

Grafika komputerowa

Wybrane pojęcia.

Grafika komputerowa, to dział informatyki zajmujący się tworzeniem za pomocą komputera obrazów, rysunków, planów, projektów architektonicznych i reklam. Obrazy te mogą być tworzone od podstaw, bądź też na bazie zeskanowanych zdjęć lub ilustracji.

Grafika komputerowa jest obecnie powszechnie stosowana w nauce, technice, kulturze oraz rozrywce. Na przykład:

- kreślenie i projektowanie wspomagane komputerowo – programy CAD/CAM;
- wizualizacja symulacji komputerowych;
- diagnostyka medyczna;
- efekty specjalne w filmach;
- gry komputerowe;
- przygotowanie publikacji;
- kartografia;
- wizualizacja danych pomiarowych (np. w formie wykresu dwu- i trójwymiarowego).

Chociaż grafika komputerowa koncentruje się głównie na specjalistycznych algorytmach i strukturach danych (ułożenie danych z góry w zdefiniowanej postaci, np. w formie rekordu), to jednak siłą rzeczy musi czerpać z innych dziedzin wiedzy. Na przykład, aby uzyskać obrazy fotorealistyczne, należy wiedzieć jak w rzeczywistym świecie światło oddziałuje z przedmiotami. Podobnie, aby symulacja jazdy samochodem była jak najwierniejsza, należy wiedzieć jak obiekty fizyczne ze sobą oddziałują.

Początki grafiki komputerowej sięgają lat 50. XX wieku. Jednak ze względu na duże koszty komputerów i urządzeń graficznych, aż do lat 80-tych, grafika komputerowa była wąską specjalizacją. Na jej zastosowania praktyczne mogły pozwolić sobie ośrodki badawcze, duże firmy oraz instytucje rządowe. Dopiero, gdy w latach osiemdziesiątych rozpowszechniły się komputery osobiste, grafika komputerowa stała się czymś powszechnym.

Ponieważ celem grafiki jest generowanie obrazów, dlatego jednym z głównych kryteriów klasyfikacji jest technika ich tworzenia. Tak, więc rozróżniamy:

- grafikę obiektową (zwaną wektorową) - obraz jest rysowany za pomocą kresek lub łuków;
- grafikę rastrową (zwaną bitmapową) - obraz jest budowany z prostokątnej siatki leżących blisko siebie punktów (tzw. pikseli). Głównym parametrem w przypadku grafiki rastrowej jest wielkość bitmapy, czyli liczba pikseli, podawana na ogół jako wymiary prostokąta.

Piksel (ang. Pixel) – jest to najmniejszy element obrazu bitmapowego. Jeden piksel to bardzo mały kwadrat (rzadziej: prostokąt) wypełniony w całości jednolitym kolorem. Piksel stanowi także najmniejszy element obrazu wyświetlanego na monitorze komputera. Tryb pracy monitora, a konkretnie jego rozdzielczość to właśnie liczba pikseli jakie zawiera on w pionie i poziomie.

Programy do tworzenia **grafiki obiektowej (wektorowej)** nazywane są programami rysunkowymi. Rysunki wektorowe tworzy się z niezależnych obiektów (np. linia, elipsa, tekst, okrąg, łuk, prostokąt itp.), z których każdy indywidualnie można wybierać, przenosić, zmieniać rozmiar i kolor oraz przekształcać. Cechą grafiki wektorowej jest to,

że zapamiętywane są charakterystyczne dla danych figur dane (parametry), np. dla okręgu będzie to środek i promień, dla odcinka współrzędne punktów końcowych, a dla krzywych parametrycznych współrzędne punktów kontrolnych. Rysunek taki można dużo łatwiej modyfikować niż rysunek rastrowy, ponieważ każdy element tego rysunku jest zapisany w postaci równań matematycznych. Zaletą takiego rysunku jest to, że w czasie powiększania, ich jakość się nie zmienia (tzn. nie ulegają pogorszeniu).

Rysunki wektorowe możemy tworzyć za pomocą programów:

- Corel DRAW;
- Corel XARA;
- AutoCAD;
- Micrografx DRAW.

AutoCAD jest programem tworzonym i rozpowszechnianym przez firmę Autodesk, wykorzystywanym do dwuwymiarowego i trójwymiarowego komputerowego wspomaganie projektowania. Pierwotnie wykorzystywany był tylko przez mechaników, jednak z czasem został rozszerzony, i jest używany przez architektów i innych projektantów.

AutoCAD dostępny jest jedynie na platformę Microsoft Windows. Powstały wersje dla Unix'a i Macintosha, ale spotkały się z małym zainteresowaniem rynku, więc Autodesk zrezygnował z ich tworzenia. Próby uruchomienia programu na emulatorach takich jak Virtual PC czy WINE wiążą się z bardzo niską wydajnością. Formaty plików – DWG oraz jego odpowiednik w ASCII – DXF, używane w AutoCAD stały się standardem dla tego typu oprogramowania.

Przeciwieństwem rysunku wektorowego jest rysunek rastrowy. Do tworzenia **grafiki rastrowej (bitmapowej)** służą programy zwane malarskimi. Rysunek rastrowy (bitmapowy) jest zbiorem punktów (zwanymi pikselami) w różnych kolorach. Zbiór tych punktów tworzy obraz w postaci mozaiki. Klasycznym przykładem mapy bitowej jest zeskanowane zdjęcie. Wadą tego typu rysunków jest to, że w czasie powiększania ulegają zniekształceniu. Spowodowane jest to powiększaniem się punktów (pikseli). Mapy bitowe są przechowywane w różnych formatach. Najbardziej popularne to:

- ❑ BMP;
- ❑ GIF (Graphics Interchange Format – graficzny format wymiany) w tym formacie zastosowano metodę kompresji bez utraty jakości obrazu. Ponadto w tym formacie można umieścić krótką animację;
- ❑ JPG – w tym formacie zastosowano kompresję stratną wykorzystując fakt, że ludzkie oko gorzej widzi małe zmiany koloru.

Rysunki rastrowe można tworzyć za pomocą np. programu Xara, Corel PHOTO-PAINT, PaintShop Pro, Adobe PHOTOSHOP.

Popularne programy do tworzenia grafiki 3D: 3D Studio Max, Lightwave, Maya, Softimage, 3D Studio i Rasterman.

Różnice między rysunkiem wektorowym a rastrowym:

Obydwa rysunki zostały powiększone.

Rysunek wektorowy – jakość obrazu nie uległa zmianie



Rysunek rastrowy (mapa bitowa) – jakość obrazu uległa pogorszeniu



Kolejnym kryterium, wg, którego klasyfikuje się zastosowania grafiki, jest charakter danych:

- grafika dwuwymiarowa (grafika 2D) — wszystkie obiekty są płaskie (w szczególności każdy obraz rastrowy wpada do tej kategorii);
- grafika trójwymiarowa (grafika 3D) — obiekty są umieszczone w przestrzeni trójwymiarowej i celem programu komputerowego jest przede wszystkim przedstawienie trójwymiarowego świata na dwuwymiarowym obrazie.

Jeszcze jednym kryterium, jest cykl generacji obrazu:

- grafika nieinterakcyjna — program wczytuje uprzednio przygotowane dane i na ich podstawie tworzy wynikowy obraz. Tak działa np. POV-Ray, który wczytuje z pliku definicję sceny trójwymiarowej i na jej podstawie generuje obraz sceny;
- grafika interakcyjna — program na bieżąco uaktualnia obraz w zależności od działań użytkownika, dzięki temu użytkownik może od razu ocenić skutki. Bardzo ważne w tym przypadku jest, że czas odświeżenia obrazu nie może być zbyt długi. Dlatego w przypadku grafiki interakcyjnej akceptuje się i stosuje uproszczone metody rysowania obiektów, aby zminimalizować czas oczekiwania;
- grafika czasu rzeczywistego — program musi bardzo szybko (kilkadziesiąt razy na sekundę) regenerować obraz, aby wszelkie zmiany były natychmiast uwidocznione.

Grafika czasu rzeczywistego ma szczególnie znaczenie w różnego rodzaju symulatorach, jest również powszechna w grach komputerowych.

Wybrane formaty graficzne:

- PCX – format przechowywania i kompresji obrazków, używający algorytmu kompresji bezstratnej. PCX był dość popularny we wczesnych latach DOS i Windows, lecz współcześnie jest już rzadki, zastąpiony przez formaty oferujące lepszą kompresję i dodatkowe możliwości - GIF, JPEG i PNG;
- TIFF (Tagged Image File Format) – jeden z najbardziej rozpowszechnionych i uniwersalnych formatów plików graficznych. Służy do zapisywania grafiki bitmapowej. Opracowany w 1986 r. przez grupę firm pod przewodnictwem Aldus Corporation do drukowania postscriptowego. W pracach nad nim uczestniczył też Microsoft i Hewlett-Packard. Pliki zapisane w tym formacie mają rozszerzenie ".tif" lub ".tiff". Format pozwala na zapisywanie obrazów stworzonych w trybie kreskowym, skali szarości oraz w wielu trybach koloru i wielu głębiach bitowych koloru. Przechowuje ścieżki i kanały alfa, profile koloru, komentarze tekstowe. TIFF umożliwia stosowanie kompresji bezstratnej typu LZW oraz CCITT Group 4. Używany jest obecnie w DTP jako jeden z podstawowych formatów w tej branży, w grafice trójwymiarowej (pomocniczo), w obrazowaniu medycznym itd. Umożliwia także zapisywanie dokumentów wielostronicowych, co jest wykorzystywane np. w faksach. Otwieranie wielostronicowych tifów możliwe jest tylko w niektórych programach graficznych;
- BMP – jeden z formatów plików danych z grafiką bitmapową. Wykorzystywany w interfejsach systemów z rodziny Microsoft Windows (TM). Jest dostępny jako format przechowywania danych również na wszystkich pozostałych platformach. Umożliwia zapisywanie plików graficznych w formacie TrueColor;
- GIF (Graphics Interchange Format) – format pliku graficznego z kompresją bezstratną. Pliki tego typu są bardzo często używane na stronach WWW. Wadą formatu GIF jest brak możliwości zapisu plików graficznych w formacie TrueColor. Plik w formacie GIF może zawierać kilka obrazów, co umożliwia tworzenie animacji (są one często wykorzystywane na stronach WWW);
- PNG (Portable Network Graphics) – format plików graficznych oraz system bezstratnej kompresji danych graficznych. PNG został opracowany jako następca GIF w 1995 roku po ogłoszeniu przez Unisys oraz CompuServe roszczeń patentowych dotyczących kompresji LZW używanej w formatach GIF oraz TIFF. Format PNG zapisuje tylko pojedyncze pliki graficzne (nie ma animacji). Analogicznym formatem mającym możliwość zapisu sekwencji grafiki animowanej w jednym pliku (np. prostych animacji) jest MNG;
- JPEG (Joint Photographic Experts Group) – format plików graficznych i jednocześnie nazwa algorytmu kompresji danych zastosowanych w tym formacie oraz skrót niezależnej grupy ekspertów, która wymyśliła ten algorytm. Pliki zapisywane w tym formacie mają rozszerzenia ".jpg" lub ".jpeg". JPEG jest formatem plików stworzonym do przechowywania obrazów, które wymagają "pełnego koloru", ale nie mają zbyt wielu ostrych krawędzi i małych detali - a więc zdjęć pejzaży, portretów i innych "naturalnych" obiektów. Format JPEG, obok formatów GIF i PNG, jest najczęściej stosowanym formatem grafiki na stronach WWW;
- DjVu – jeden z formatów plików graficznych. Pliki zapisywane w tym formacie posiadają rozszerzenie ".djvu" lub ".dju". DjVu (wymawiane: deża wu) jest nowatorską, wysoce efektywną metodą kompresji obrazu. Metoda ta była rozwijana przez naukowców amerykańskiego koncernu AT&T do kompresji kolorowych,

skanowanych dokumentów. Oprogramowanie oparte o zakupione od koncernu AT&T patenty formatu DjVu, stworzyła w późnych latach dziewięćdziesiątych amerykańska firma LizardTech Inc. (Document Express w wersjach Enterprise lub Professional). Zamierzeniem twórców formatu DjVu było umożliwienie tworzenia cyfrowych bibliotek, w których książki byłyby przechowywane na nośnikach elektronicznych. Wyzwanie to łączyło się z koniecznością wymyślenia formatu plików graficznych, który umożliwiałby przechowywanie zeskanowanego tekstu z jakością odpowiadającą papierowemu oryginałowi przy jednoczesnym względnie małym rozmiarze pliku. Wkrótce okazało się, że świetnie nadaje się też do dokumentów generowanych elektronicznie i najprawdopodobniej niedługo zastąpi wysłużone technologie PostScript czy PDF w publikowaniu i wymianie dokumentów elektronicznych. Należy podkreślić, że format ten jest również bardzo wydajny do przechowywania plików graficznych (np. rysunków, zdjęć itp.). Djvu oparte jest o najbardziej zaawansowaną i wciąż rozwijaną metodę segmentacji obrazu. Tworzenie pliku DjVu, polega na rozdzieleniu nawet najbardziej skomplikowanych obrazów na odrębne warstwy, a następnie poddaniu warstw odrębnym optymalizacjom i kompresjom. Metoda ta może wprowadzić przełom w sposobie postrzegania i wykorzystania dokumentów elektronicznych. Grafika w formacie DjVu zajmuje przeciętnie od 5 do 10 razy mniej miejsca na dysku niż format JPEG (dla dokumentów kolorowych) i od 10 do 20 razy mniej miejsca (dla dokumentów czarno-białych). Również od podobnego (zeskanowanego) pliku w formacie PDF plik w formacie DjVu zajmuje około 3 do 8 razy mniej miejsca. Najbardziej efektywnym jest jednak zastosowanie technologii DjVu w stosunku do plików BMP oraz TIFF, gdzie powstałe pliki DjVu odpowiadające jakością plikom "źródłowym" są mniejsze nawet w stosunku 1:1000;

Pomocne przy tworzeniu grafiki biblioteki:

- DirectX – to zestaw funkcji API (zbiorów bibliotek i funkcji) wspomagających generowanie grafiki (dwu i trójwymiarowej), dźwięku oraz innych zadań związanych zwykle z grami i innymi aplikacjami multimedialnymi. Najczęściej wykorzystywane do obsługi grafiki w grach komputerowych. Używane również do pisania programów do specyficznych zadań z wykorzystaniem grafiki trójwymiarowej. DirectX jest produktem firmy Microsoft, dostępny tylko na platformę Windows. DirectX 9.1 jest ostatnią wersją o tej nazwie. Wszystkie następne nazywać się będą WGF (ang. Windows Graphics Foundation). Komponenty DirectX składają się z szeregu komponentów odpowiedzialnych za realizację poszczególnych funkcji aplikacji, a są to:
 - ❖ DirectX Graphics, składające się z dwóch pod-komponentów:
 - ◆ DirectDraw - obsługuje grafikę rastrową (bitmapową),
 - ◆ Direct3D (D3D) - obsługuje grafikę 3D,
 - ❖ DirectInput - przetwarza dane pochodzące z klawiatury, myszy, joysticka lub innych kontrolerów.
 - ❖ DirectPlay - wykorzystywany w grach sieciowych,
 - ❖ DirectSound - służy do odtwarzania i nagrywania dźwięku,
 - ❖ DirectMusic - odtwarza muzykę stworzoną przy użyciu programu DirectMusic Producer,
 - ❖ DirectShow - służy do odtwarzania plików audio i wideo,
 - ❖ DirectSetup - obsługuje instalację poszczególnych komponentów DirectX
- DirectX Media Objects - spełnia podobne zadania, jak DirectShow.
- OpenGL (Open Graphics Library) – specyfikacja uniwersalnego API do generowania grafiki. Zestaw funkcji składa się z 250 podstawowych wywołań, umożliwiających

budowanie skomplikowanych trójwymiarowych scen z podstawowych figur geometrycznych. OpenGL wykorzystywany jest często przez gry komputerowe, spełnia rolę analogiczną, jak konkurencyjny Direct3D (część DirectX) w systemie Windows firmy Microsoft. Również programy do przedstawiania wyników badań naukowych, CAD, oraz wirtualnej rzeczywistości używają OpenGL.

Wybrane formaty plików multimedialnych:

- AVI – Format pliku multimedialnego, dzięki któremu można zapisać zarówno dźwięk, jak i obraz. Pliki z rozszerzeniem „avi” są charakterystyczne dla Windows, w którym jest wbudowany i umożliwiający ich odtworzenie odtwarzacz multimedialny. Ang. Audio Video Interleave - przeplot danych dźwiękowych i wizyjnych;
- ASF – Stworzony przez firmę Microsoft format pliku multimedialnego (można w nim zapisać jednocześnie dźwięk i obraz). ASF zaprojektowany został jako format służący do przesyłania obrazu poprzez internet. Ang. Advanced Streaming Format - zaawansowany format strumieniowy;
- Dolby Digital (AC-3) – System dźwięku przestrzennego opracowany przez firmę Dolby Laboratories, następca Dolby Pro Logic. Od tego ostatniego odróżniają go trzy cechy. Jest to system cyfrowy, a więc stosuje się go wyłącznie do dźwięków nagranych tą techniką, np. w specyfikacji DVD. Ponieważ sygnał przetwarzany jest w formie cyfrowej (a nie w analogowej), straty jakości są minimalne (dźwięk mimo kompresji może przewyższać jakość CD). Kolejną różnicę tworzy para kanałów tylnych. Tym razem przenoszą one dźwięk stereo w pełnym zakresie częstotliwości (a nie tylko częstotliwości średnie), co wzmacnia realizm. Wymagane są więc głośniki o lepszej jakości niż stosowane do tych kanałów w Dolby Pro Logic. I wreszcie, Dolby Digital oferuje dodatkowy kanał częstotliwości niskich (subwoofer). Zamiast Dolby Digital stosuje się również wymiennie inne nazwy. AC-3 było nazwą systemu Dolby Digital przeznaczonego dla kina domowego (Dolby Digital oryginalnie zaprojektowano na potrzeby kina). Dźwięk o kanałach 5.1 to kolejna nazwa Dolby Digital obrazująca liczbę kanałów: pięć plus kanał niskotonowy;
- DivX – Format kompresji pozwalający na zapisywanie filmów z jakością porównywalną do DVD w plikach od 8 do 12 razy mniejszych niż na płycie DVD. Aby zapisać film w formacie DivX (plik taki ma rozszerzenie „avi”), potrzebny jest specjalny kodek. Najnowsza wersja 5.x kodeka, występuje zarówno w darmowej, jak i płatnej wersji o nazwie DivX Pro, która cechuje się zwiększoną wydajnością kodowania oraz wieloma zaawansowanymi funkcjami, których nie ma jej darmowy odpowiednik;
- MPEG-2 – Standard kompresji obrazów wideo oraz dźwięku pozwalający zapisać 60 klatek filmu z rozdzielczością 720 na 480 lub 1280 na 720 w każdej sekundzie filmu, oraz dźwięk z jakością CD. Używany w telewizji cyfrowej, a także do kompresowania obrazu na płytach DVD. Do dekompresji obrazu i dźwięku z formatu MPEG-2 wskazana jest karta zwana dekoderni MPEG-2 lub programowy odtwarzacz DVD;
- MPEG-4 – Najnowszy standard grupy MPEG definiujący kompresję plików audio i wideo. Stworzony z myślą o telewizji cyfrowej oraz aplikacjach multimedialnych przesyłających dane przez internet. Zapewnia odpowiednią jakość i płynność obrazu nawet przy niskiej transmisji danych.

Podstawowe pojęcia:

- **Piksel**, to najmniejsza część wyświetlanego na ekranie monitora obrazu. Jest to punkt, którego parametrami są współrzędne ekranu (miejsce położenia na ekranie) i kolor. Kolor może być określony w bezwzględnej skali (np. RGB - przez określenie składowej czerwonej, zielonej i niebieskiej koloru). Plamka (punkt, piksel) wyznacza maksymalną rozdzielczość monitora;
- **Rozdzielczość**, to liczba punktów na cal w poziomie i w pionie. Im większa jest rozdzielczość obrazu, tym większa jest jego jakość. Typowe rozdzielczości obrazu to 640x480, 800x600, 1024x768 i 1200x1024;
- **Przeplot** (interlaced), to metoda pozwalająca na wyświetlanie obrazu w pierwszym przebiegu, w co drugiej linii, a w drugim przebiegu w pozostałych liniach;
- **Luminancja** (jaskrawość, blask), (1) to ilość światła generowana przez piksel lub obszar na ekranie, (2) to wielkość fizyczna charakteryzująca świecenie ciał;
- **Nasycenie**, to miara czystości lub żywości koloru;
- **Głębia kolorów**, to wartość podająca informację, za pomocą ilu bitów urządzenie opisuje kolor jednego piksela. Większa głębia kolorów wyrażana jest większą liczbą bitów, np. jednobitowa głębia kolorów odpowiada dwóm kolorom: czarnemu i białemu. Przykładowe wartości głębi kolorów:
 - ❖ 16-bitowa – umożliwia wyświetlenie $2^{16} = 65\,536$ kolorów na ekranie;
 - ❖ 24-bitowa – umożliwia wyświetlenie $2^{24} = 16\,777\,216$ kolorów na ekranie (każda składowa barw RGB jest opisywana za pomocą ośmiu bitów);
 - ❖ 32-bitowa – jest to rozwinięty standard 24-bitowy, przez dodanie dodatkowych 8-miu bitów, umożliwiające szybkie przesyłanie danych oraz specyficznych informacji o kontroli poprawności wyświetlania barw.
- **Animacja**, to tworzenie iluzji ruchu przez uchwycenie serii obrazów, na których położenie przedmiotów minimalnie się różni, a następnie odtworzenie ich z taką szybkością, aby oko miało złudzenie płynnego ruchu. Czym, częstotliwość wyświetlania klatek jest większa, tym animacja jest bardziej realistyczna;
- **Morfing**, to termin wywodzący się od słowa Metamorfoza, oznaczająca technikę animacyjną używaną do wypełnienia pustych klatek między dwoma różnymi obrazami. Dzięki tej technice możliwe jest uzyskanie sekwencji pokazującej np. przemianę samochodu w rower. Technika ta ma zastosowanie przy tworzeniu efektów specjalnych;
- **Negatyw**, to obraz, w którym wartości z oryginału zostały odwrócone w taki sposób, że czarne obszary stały się białymi, a białe obszary są czarnymi;
- **Retusz**, oznacza, usuwanie lub osłabianie zbędnych szczegółów obrazu, a także uwypuklanie szczegółów istotnych (np. w celu zmiany wyrazu artystycznego obrazu);
- **Wykadrowanie**, to proces wycinania niepotrzebnych obszarów obrazka, bez zmiany jego rozdzielczości;
- **Tekstura** (mapy bitowej), to rysunki modyfikowalne służące do wypełniania wybranych powierzchni obiektów. Obejmują one wypełnienia, które wyglądają jak chmury, woda, żwir, minerały i dziesiątki innych substancji;
- **Rendering**, to zmiana jednego z widoków trójwymiarowego modelu na dwuwymiarowy obraz. W trakcie tego procesu wykorzystuje się proste metody symulacji oświetlenia lub metody zaawansowane zapewniające odtworzenie cieni, odbić i zjawiska załamania;

- **OCR** (Optical Character Recognition), optyczne rozpoznanie pisma polega na zeskanowaniu i zamianie za pomocą oprogramowania OCR graficznego obrazu dokumentu na tekst nadający się do modyfikowania w edytorze tekstów.

Karta graficzna, to dodatkowa karta zmieniająca sygnały przetwarzane przez procesor na format, który może być wyświetlany przez monitor.

Akcelerator (graphic accelerator), to rodzaj karty graficznej, która zawiera własny procesor graficzny wykonujący różne pracochłonne operacje obliczeniowe odciażające jednostkę centralną (CPU). Typowym zastosowaniem tego typu kart jest grafika 3D.

Urządzenia umożliwiające wprowadzenie lub wydrukowanie grafiki:

- skaner - urządzenie peryferyjne przeznaczone do przetwarzania fotografii i obrazów na postać cyfrową;
- Ploter - urządzenie peryferyjne przeznaczone do tworzenia dobrej jakości wydruków za pomocą pisaków atramentowych. Ruchem pisaków steruje komputer, co automatyzuje proces drukowania. Plotery są powszechnie stosowane w projektowaniu wspomaganych komputerowo CAD i w grafice prezentacyjnej;
- Drukarka – urządzenie zewnętrzne służące do drukowania na papierze lub innych materiałach poligraficznych tekstów i grafiki przygotowanych techniką komputerową.

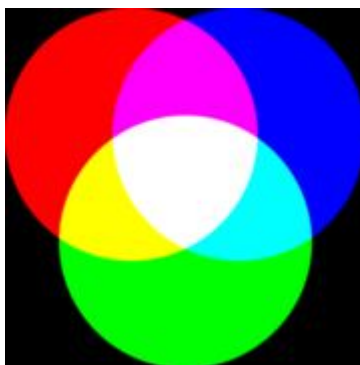
Barwa – wrażenie psychiczne wywoływane w mózgu człowieka (i zwierząt), gdy oko odbiera promieniowanie elektromagnetyczne z zakresu światła, a mówiąc dokładniej, z widzialnej części fal świetlnych. Główny wpływ na to wrażenie ma skład widmowy promieniowania świetlnego, w drugiej kolejności ilość energii świetlnej, jednak niebagatelny udział w odbiorze danej barwy ma również obecność innych barw w polu widzenia obserwatora, oraz jego cechy osobnicze, jak zdrowie, samopoczucie, nastrój, a nawet doświadczenie i wiedza w posługiwaniu się zmysłem wzroku.

Przestrzeń barw – to widma fal elektromagnetycznych z zakresu 380 nm do 780 nm (tj. światło widzialne), przedstawione w postaci trójwymiarowej.

Synteza addytywna - zjawisko mieszania barw poprzez sumowanie wiązek światła widzialnego różnych długości. Synteza addytywna dwóch barw przeciwstawnych z koła barw daje światło o barwie białej (teoretycznie, pod warunkiem precyzyjnej przeciwstawności barw i równego natężenia obu strumieni).

Synteza addytywna zachodzi np. podczas projekcji na biały ekran, gdy padają światła ze źródeł o różnych barwach: w miejscu oświetlonym jednocześnie różnymi barwami światła oko ludzkie widzi odbity strumień światła będący sumą wszystkich padających w to miejsce barw (w widzianym przez nas strumieniu odbitym występują na raz wszystkie długości fal odpowiadające poszczególnym strumieniom światła padającego).

W oparciu o syntezę addywną mieszania barw pracują monitory oraz inne wyświetlacze kolorowe, emitując wiązki światła Red (czerwony), Green (zielony), Blue (niebieski) (RGB). Czarny ekran to wynik braku emisji światła, a biały to wynik złożenia światła $R + G + B$ z maksymalną jasnością.

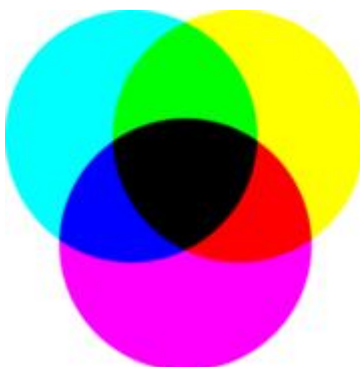


Rysunek przedstawia mieszanie addytywne

Synteza substraktywna - zjawisko mieszania barw poprzez odejmowanie promieniowań widzialnych różnych długości (najczęściej poprzez pochłanianie niektórych długości fal przez powierzchnię, od której odbija się światło białe, lub szeregowo ustawionych filtrów światła przechodzącego przez nie).

Synteza substraktywna zachodzi np. przy mieszaniu farb o różnych barwach: w miejscu pokrytym (pomalowanym, zadrukowanym, zabarwionym) farbą powstałą ze zmieszania farb o różnych barwach oko ludzkie widzi odbity strumień światła będący tą częścią światła białego, która zostanie po pochłonięciu wszystkich składowych barwnych przez poszczególne farby wchodzące w skład mieszanki.

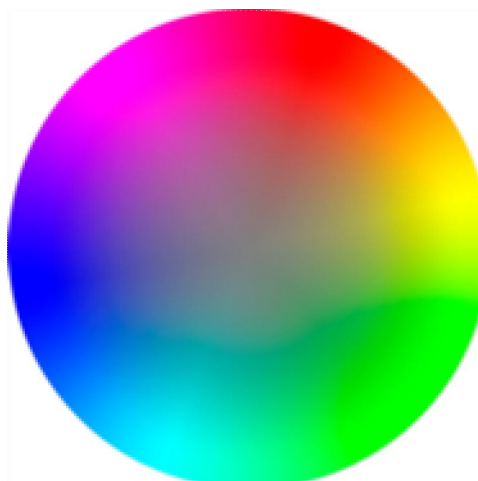
Metodę tę wykorzystuje się m.in. w druku: druk dokonuje się na podłożu o określonej barwie, dla uproszczenia niech to będzie biały papier. Farba drukarska, pokrywając papier tworzy filtr, a niepochłonięte długości fal świetlnych docierają do oka wywołując wrażenia określonej barwy.



Rysunek przedstawia mieszanie substraktywne

Koło barw - graficzny model poglądowy służący do objaśniania zasad mieszania się i powstawania barw, mający postać koła, w którym wokół jego środka zgodnie z kierunkiem ruchu wskazówek zegara wrysowano widmo ciągle światła białego w ten sposób, że barwa fioletowa (najkrótsze promieniowanie widzialne) płynnie przechodzi w barwę czerwoną (najdłuższe promieniowanie widzialne) a więc widmo zostaje połączone w zamknięty cykl zmian barw.

Barwy wypadające po przeciwnych stronach środka koła nazywamy barwami uzupełniającymi się lub przeciwstawnymi. Takie barwy nałożone na siebie w syntezie addytywnej dają barwę białą, a w syntezie substraktywnej - barwę czarną, natomiast zmieszane dają neutralną szarość.



Rysunek przedstawia koło barw

Modele barw:

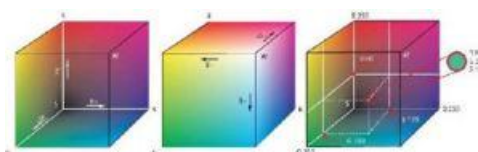
RGB – jeden z modeli przestrzeni barw, opisywanej współrzędnymi RGB. Jego nazwa powstała ze złożenia pierwszych liter angielskich nazw barw: R – red (czerwonej), G – green (zielonej) i B – blue (niebieskiej), z których model ten się składa.

Jest to model wynikający z właściwości odbiorczych ludzkiego oka, w którym wrażenie widzenia dowolnej barwy można wywołać przez zmieszanie w ustalonych proporcjach trzech wiązek światła o barwie red, green, blue, czyli światła o odpowiedniej częstotliwości fali elektromagnetycznej.

Z połączenia barw RGB w dowolnych kombinacjach ilościowych można otrzymać szeroki zakres barw pochodnych, np. z połączenia barwy zielonej i czerwonej powstaje barwa żółta. Do przestrzeni RGB ma zastosowanie Synteza addytywna, w której wartości najniższe oznaczają barwę czarną, najwyższe zaś białą. Model RGB jest jednak modelem teoretycznym a jego odwzorowanie zależy od urządzenia (ang. device dependent), co oznacza, że w każdym urządzeniu każda ze składowych RGB może posiadać nieco inną charakterystykę widmową, a co za tym idzie, każde z urządzeń może posiadać własny zakres barw możliwych do uzyskania.

Model RGB miał pierwotnie zastosowanie do techniki analogowej, obecnie ma również do cyfrowej. Jest szeroko wykorzystywany w urządzeniach analizujących obraz (np. aparaty cyfrowe, skanery) oraz w urządzeniach wyświetlających obraz (np. telewizory, monitory komputerowe).

Zapis koloru jako RGB często stosuje się w informatyce (np. palety barw w plikach graficznych, w plikach html). Najczęściej stosowany jest 24-bitowy zapis kolorów, w którym każda z barw jest zapisana przy pomocy składowych, które przyjmują wartość z zakresu 0-255.



Rysunek przedstawia sześcian kolorów RGB

HLS to model barw, zwany także HSL którego trzy składowe opisują kolejno H: Hue (wskazuje częstotliwość fali światła), L: Lightness (średnie światło białe), S: Saturation (nasycenie).

Został stworzony w latach 1930/1931 głównie w celu ułatwienia wyboru konkretnej barwy przez użytkownika, jako pochodna niewygodnego w tym zastosowaniu i mało intuicyjnego modelu RGB.

HSV (ang. Hue Saturation Value) – model opisu przestrzeni barw zaproponowany w 1978 roku przez Alveya Raya Smitha.

Model HSV nawiązuje do sposobu, w jakim widzi ludzki narząd wzroku, gdzie wszystkie barwy postrzegane są jako światło pochodzące z oświetlenia. Według tego modelu wszelkie barwy wywodzą się z światła białego, gdzie część widma zostaje wchłonięta a część odbita od oświetlanych przedmiotów.

Symbole w nazwie modelu to pierwsze litery nazw angielskich dla składowych opisu barwy: H – częstotliwość światła (ang. Hue) wyrażona kątem na kole barw przyjmująca wartości od 0° do 359°. Model jest rozpatrywany jako stożek, którego podstawą jest koło barw.

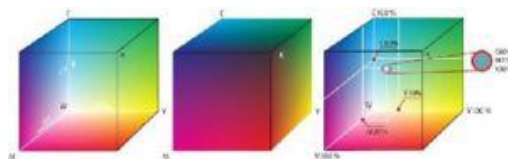
Wymiary stożka opisuje składowa S – nasycenie koloru (ang. Saturation) jako promień podstawy oraz składowa V – (ang. Value) równoważna nazwie B – moc światła białego (ang. Brightness) jako wysokość stożka.

Przyporządkowanie częstotliwości fal świetlnych na kole barw w modelu HSV jest takie same jak w modelach HLS lub HSL, tzn. centrum barwy czerwonej odpowiada kąt 0° lub 360°. Centrum barwy zielonej odpowiada kąt 120°. Centrum barwy niebieskiej odpowiada kąt 240°. Pozostałe barwy pośrednie dla składowej Hue są odpowiednio rozłożone pomiędzy kolorami czerwonym, zielonym i niebieskim.

CMYK – zestaw czterech podstawowych kolorów farb drukarskich stosowanych powszechnie w druku kolorowym w poligrafii i metodach pokrewnych (atramenty, tonery i inne materiały barwiące w drukarkach komputerowych, kserokopiarkach itp.). Na zestaw tych kolorów mówi się również barwy procesowe lub kolory triadowe (kolor i barwa w jęz. polskim to synonimy). CMYK to jednocześnie jeden z trybów koloru w pracy z grafiką komputerową.

	C	cyjan (ang. Cyan)
	M	madżenta (ang. Magenta)
	Y	żółty (ang. Yellow)
	K	czarny (ang. black)

Skrót CMYK powstał jako złożenie pierwszych liter angielskich nazw kolorów prócz koloru czarnego, z którego wzięto literę ostatnią, ponieważ litera B jest skrótem jednego z podstawowych kolorów w analogicznym skrócie RGB. (Inne, mniej popularne i chyba mniej przekonujące rozwinięcia skrótu K to Key color, Karbon lub Kontur.).



Rysunek przedstawia sześcian kolorów CMYK

Łączenie barw: Barwy wynikowe w metodzie CMYK otrzymuje się poprzez łączenie barw podstawowych w proporcjach (dla każdej z nich) od 0% do 100%. Farby CMYK to substancje barwiące przepuszczające światło, czyli barwniki, tak więc łączy się je nie metodą mieszania tylko nakładania warstwami i dlatego barwa wynikowa może mieć od 0% do aż 400% koloru (czyli kolorów składowych). Na kolory budowane wg CMYK należy patrzeć jak na warstwy kolorowej, przepuszczającej światło folii.

Raster: W druku nie można nakładać poszczególnych kolorów z zestawu CMYK w rozcieńczeniu. Druk odbywa się metodą rastra, czyli drukowania malutkich punktów (kropek) posiadających 100% koloru o różnej wielkości lub gęstości przy uwzględnieniu pozostawionego, niezakrytego białego podłoża. Np. kolor "średniocyjanowy" czyli 50% cyjanu może być np. wzorkiem szachownicy, a 75% koloru może być wzorkiem przypominającym dziury w serze.

Dokładnych odpowiedników barw C, M, Y i K nie ma w języku polskim, są to specjalnie stworzone kolory na użytek przemysłu dla umożliwienia oddawania (poprzez łączenie ich w różnych proporcjach) jak największej ilości barw natury. Absolutnie wszystkich istniejących w naturze barw nie uda się uzyskać metodą mieszania barw CMYK z wielu różnych powodów, z których najważniejszym jest brak możliwości uzyskania w praktyce farb teoretycznych o absolutnej czystości koloru. Idealnie czyste kolory C, M, Y – są barwami dopełniającymi dla trzech barw prostych najsilniej odbieranych przez receptory ludzkiego oka. Kolor ostatni – K – został dołożony do pozostałych trzech na praktyczne potrzeby przemysłu poligraficznego.

Kolor czarny: Teoretycznie można uzyskać kolor czarny przez złożenie kolorów C+M+Y, ale w praktyce tak uzyskany kolor czarny jest kolorem ciemno-brudno-brązowym. Poza tym ekonomicznie nieuzasadnione byłoby drukowanie czarnego tekstu za pomocą składania barw CMY.

- Cyan – odcień niebieskiego, ale trochę bledszy i bardziej spłowiały, można go określić jako szarobłękitny lub sinoniebieski. Najbardziej podobne kolory to błękit, szafir i turkus. Nazywanie koloru cyjanowego kolorem "zielononiebieskim" jest błędem wynikającym z niezrozumienia różnic pomiędzy addytywną i substraktywną metodą mieszania barw.
- Magenta – kolor pośredni pomiędzy czerwienią i fioletem. Najbardziej podobne kolory to purpura, karmazyn i amarant.
- Yellow – kolor bardzo podobny do żółtego, jednak trochę bledszy od typowej nasyczonej żółci.
- Black – kolor czarny, jednak o niezbyt głębokiej czerni.

Farby w w/w kolorach nie są określone jednoznacznie, toteż odcienie ich kolorów różnią się u różnych producentów, szczególnie w różnych regionach świata.

CMYK a inne kolory: Mowa o typowych kolorach jest zawsze naznaczona piętnem błędu. Wynika to z faktu, że każdy człowiek trochę inaczej odbiera kolory z powodów zarówno osobniczych, jak i bieżącego oświetlenia. Można się jednak pokusić o pewne uproszczenia.

- Biały – pod pojęciem bieli rozumie się brak wszystkich składowych, a w domyśle jest to biel podłoża.
- Żółty – do idealnej pełnej nasyconej żółci trzeba dodać do 100% Y także kilka procent M.
- Czerwony – teoretycznie jest to 100% kolorów: Y i M – jest to rzeczywiście neutralna czerwień w tonach średnich.
- Zielony – teoretycznie jest to 100% kolorów: Y i C – jest to zieleń bez żadnych odcieni, ale jednak wyraźnie ciemna, dla jej rozjaśnienia trzeba zdjąć trochę więcej C niż Y.
- Niebieski – teoretycznie jest to 100% kolorów: C i M – kolor taki ma jednak niewielki odcień fioletowy, dla uzyskania jaśniejszego i bardziej neutralnego niebieskiego oprócz zdjęcia obu składowych dodaje się też K.
- Szary – jest to użycie procentowe K, jak również analogiczne CMY, lub CMYK – przy czym trzeba pamiętać, że farby cmykowe nie są idealne (i różnią się u producentów) i dlatego zamiennikiem K będzie użycie CMY w nierównomiernych proporcjach pomiędzy sobą i w dodatku w wielu różnych wersjach, aby zrównoważyć tzw. balans szarości – który zawsze musi być określony konkretnym zastosowaniem; odpowiednikiem 50% K może być dla CMY np. 46% C, 32% M i 34% Y, a dla CMYK może być to zestaw np. 42% C, 27% M, 29% Y i 10% K – regułą jest założenie, że kolor cyjanowy jest zabrudzony magentą, a yellow też, tyle że słabiej.
- Czarny – użycie tylko koloru K da nam neutralną czerń, jednak spłowiałą i niezbyt nasyconą. Teoretycznie 100% C, M Y ale bez K też da nam czerń, będzie ona nawet głębsza od samej K ale będzie posiadać dominantę brązową. W praktyce dla uzyskania pięknej głębokiej czerni stosuje się różne kombinacje wszystkich czterech kolorów składowych.

Ogólnie mówiąc – nie istnieje złoty środek definiowania kolorów z natury za pośrednictwem kolorów CMYK. Można dokonywać tylko ogólnych uproszczeń. Pewnego zakresu odcieni nie da się w ogóle uzyskać z powodów technologicznych, a pozostałe kolory muszą być definiowane składowymi CMYK z uwzględnieniem wielu czynników jak: biel podłoża, wsiąkliwość farby, czy cechy farb konkretnego producenta, aczkolwiek na świecie mamy kilka standardów – np. w Europie dominuje Euroscala, w Ameryce SWOP.

Drukowanie farbami procesowymi – problem kolorów

Tak jak za pomocą farb CMY nie można uzyskać koloru czarnego i dlatego powstał CMYK, tak również nie wszystkie barwy można uzyskać przez "składanie" ze sobą, w różnych proporcjach, farb procesowych. Problem ten rozwiązuje się w praktyce przez zastąpienie farb procesowych farbą dającą żądany efekt kolorystyczny. Farba taka (tzw. spot kolor) jest tworzona najczęściej przez zmieszanie kilku baz pigmentowych spośród kilkunastu najczęściej wykorzystywanych. Owe kilkanaście pigmentów daje znacznie większe możliwości tworzenia kolorów niż nakładanie na siebie czterech barw procesowych. Tworzenie farb o kolorach specjalnych, jak i ich stosowanie, jest kłopotliwe dla drukarni. Jednym ze sposobów ograniczenia potrzeby stosowania farb mieszanych jest zwiększenie liczby kolorów procesowych z czterech do sześciu (model heksachromatyczny), stąd też

powstały sześciokolorowe maszyny drukarskie redukujące konieczność używania farb mieszanych i podnoszące jakość wydrukowanej barwy przy użyciu jedynie farb procesowych.

W praktyce drukarskiej zazwyczaj drukuje się na na maszynach czterokolorowych farbami triadowymi w następującej kolejności: Black, Cyjan, Magenta, Yellow. Od tej reguły bywają odstępstwa. Zmiana kolejności drukowanych farb wpływa na finalny efekt barwny.