Technologie Informacyjne

Grafika komputerowa

Adam Krasuski

Szkoła Główna Służby Pożarniczej
Zakład Informatyki i Łączności

December 12, 2016

Wprowadzenie

Grafika komputerowa: wizualizacja obrazów poprzez wykorzystywanie technik komputerowych.

Wykorzystywana w nauce, technice i rozrywce.

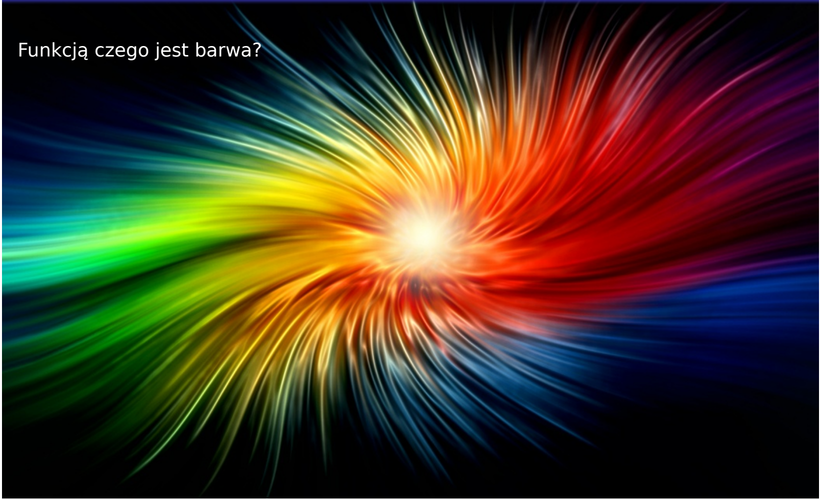
Bazuje na optyce, geometrii i fizyce.

Podział:
- 2D/3D
- wektorowa/rastrowa.

OPTYKA

Barwa (kolor)

Funkcją czego jest barwa?



Barwa (kolor)

Funkcją czego jest barwa?

a) światło

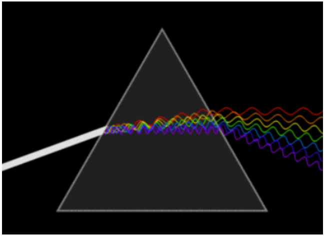
b) materiał

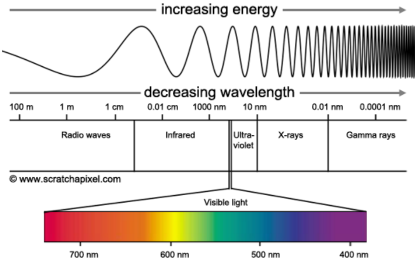
c) oko

d) mózg - tam powstaje ostateczna interpretacja

Barwa (kolor)

a) światło





Barwa (kolor)

b) materiał

Na poziomie atomu dochodzi do absorbcji wybranych częstotliwości fali elektromagnetycznej (światła).

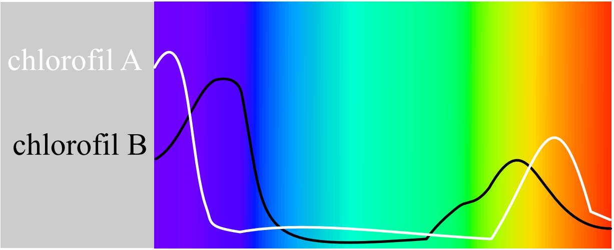
Kolor docierający do obserwatora pochodzi z częstotliwości, które nie zostały pochłonięte przez materiał - zostały odbite.

Właściwości materiałów barwiących, np. pigmentów wynikają z ich struktury atomowej.

Przykładem absorpcji światła jest zachodząca w roślinach fotosynteza, gdzie pochłonięta energia fotonów napędza reakcje biochemiczne. Jaką charakterystykę ma obecny w liściach barwnik: chlorofil?

Barwa (kolor)

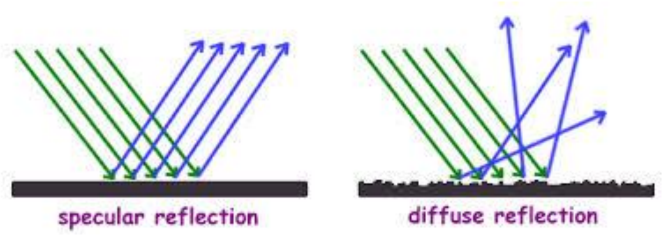
b) materiał



Charakterystyka absorpcji światła przez chlorofil

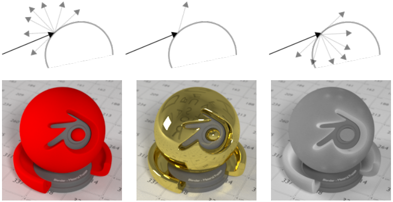
Barwa (kolor)

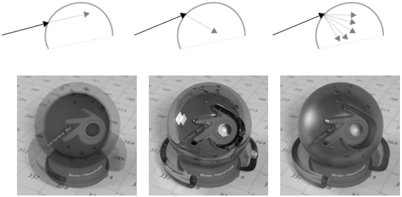
b) materiał



Barwa (kolor)

b) materiał

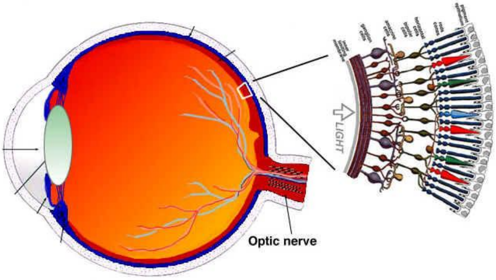




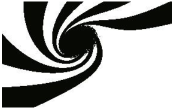
Barwa (kolor)

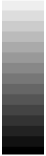
b) oko

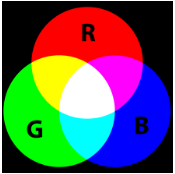
pręciki (widzenie czarno-białe w ciemnościach)
czopki (widzenie kolorowe)

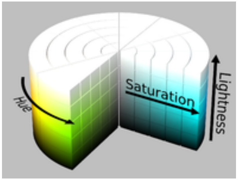


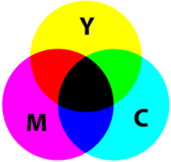
Modele koloru











Systemy liczbowe

binarnie	szesnastkowo	dziesiętnie
0000	0	0
0001	1	1
0010	2	2
0011	3	3
0100	4	4
0101	5	5
0110	6	6
0111	7	7
1000	8	8
1001	9	9
1010	a	10
1011	b	11
1100	c	11
1101	d	13
1110	e	14
1111	f	15

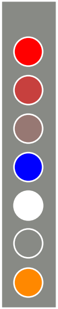
Modele koloru

Przykładowe kolory w RGB

	R	G	B	A
	ff	00	00	ff
	ff	00	00	88
	ff	00	00	22
	00	00	ff	ff
?	ff	ff	ff	ff
?	ff	ff	ff	00
?	ff	88	00	ff

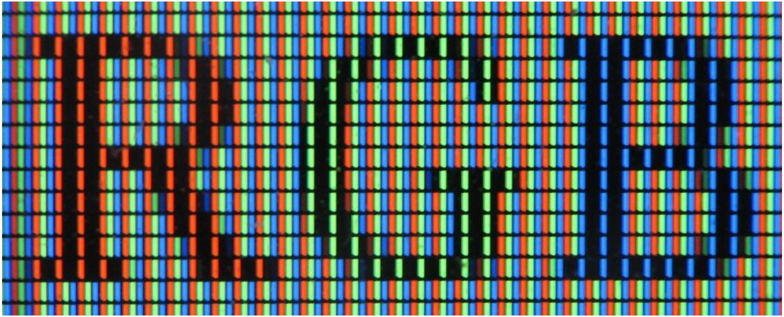
Modele koloru

Przykładowe kolory w RGB



R	G	B	A
ff	00	00	ff
ff	00	00	88
ff	00	00	22
00	00	ff	ff
ff	ff	ff	ff
ff	ff	ff	00
ff	88	00	ff

Monitor LCD



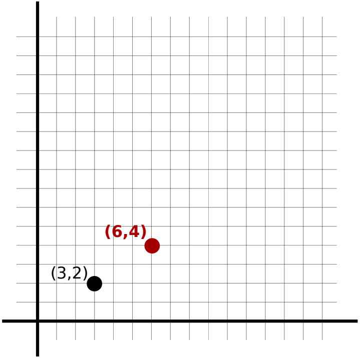
G E O M E T R I A

Przekształcenia geometryczne

Skalowanie

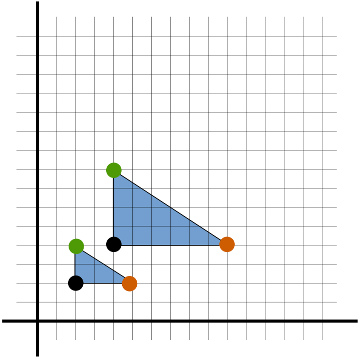
Przeskalować obiekt znaczy powiększyć go, a matematycznie operacja ta realizowana jest jako mnożenie:

(3,2) * 2 = **(6,4)**



Przekształcenia geometryczne

Skalowanie

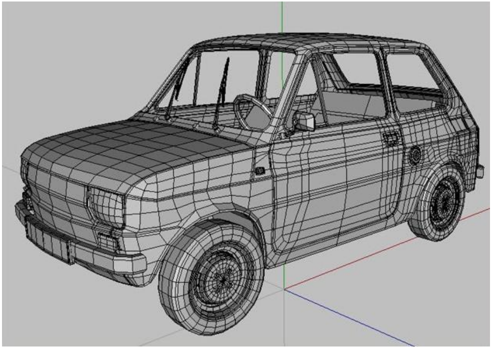


Przekształcenia geometryczne

Skalowanie

Powiększenie tego modelu wymaga przemnożenia wszystkich węzłów, jednak nie jest problemem dla dzisiejszych komputerów.

Warto zauważyć, że model jest pokazany w perspektywie, co jest kolejnym po skalowaniu przekształceniem geometrycznym.



Przekształcenia geometryczne przy użyciu macierzy

Mnożenie macierzy

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix} \text{x} \begin{bmatrix} 5 \\ 6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1\text{x}5 + 2\text{x}6 \\ 3\text{x}5 + 4\text{x}6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 17 \\ 39 \end{bmatrix}$$

Jakiej macierzy użyć do przeskalowania punktu (2,3) x 2?

$$\begin{bmatrix} ? & ? \\ ? & ? \end{bmatrix} \text{x} \begin{bmatrix} 2 \\ 3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4 \\ 6 \end{bmatrix}$$

Przekształcenia geometryczne przy użyciu macierzy

Mnożenie macierzy

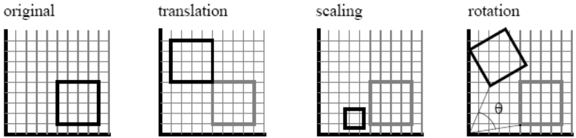
$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix} \text{ x } \begin{bmatrix} 5 \\ 6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1\text{x}5 + 2\text{x}6 \\ 3\text{x}5 + 4\text{x}6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 17 \\ 39 \end{bmatrix}$$

Jakiej macierzy użyć do przeskalowania punktu (2,3) x 2?

$$\begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix} \text{ x } \begin{bmatrix} 2 \\ 3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4 \\ 6 \end{bmatrix}$$

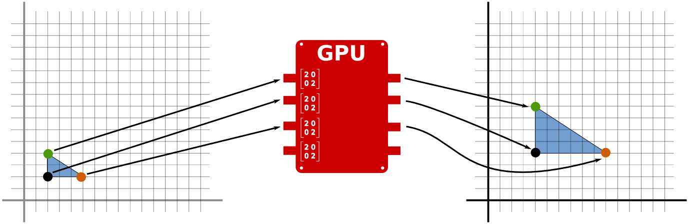
Przekształcenia geometryczne przy użyciu macierzy

Macierze dla podstawowych przekształceń geometrycznych



$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_x \\ d_y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_x & 0 \\ 0 & s_y \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

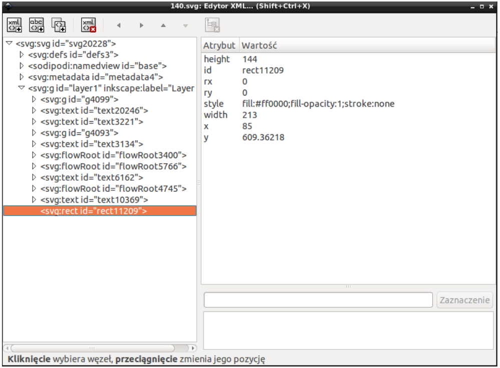
Przekształcenia geometryczne przy użyciu macierzy



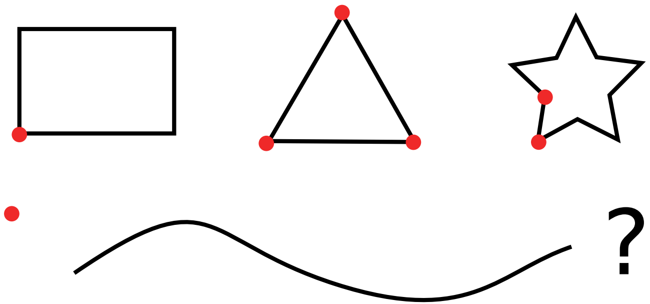
Procesor karty graficznej (GPU) składa się z wielu równoległych podzespołów realizujących niezależne obliczenia dla wierzchołków. GPU dokonuje również obliczeń związanych z oświetleniem, wybieraniem obiektów i ich kolejności w kadrze, przygotowaniem sceny do wyświetlenia na ekranie monitora (2D) i innych.

G R A F I K A W E K T O R O W A I R A S T R O W A

Grafika wektorowa

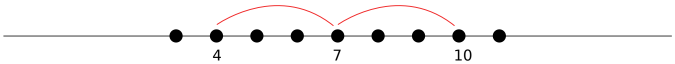


Grafika wektorowa



Równanie parametryczne

Problem: jak przejść od 4 do 10 w 2 krokach wyznaczając punkty (np. w celu włączenia danych pikseli na ekranie monitora)?



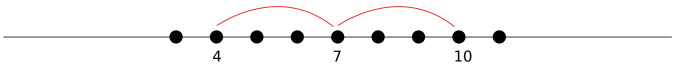
Algorytm:
skok = długość / 2 kroki = 3
4 + 1 * skok
4 + 2 * skok

A gdybyśmy chcieli zamiast skok używać długości odcinka 4-10?

4 + **?** * odcinek
4 + **?** * odcinek

Równanie parametryczne

Problem: jak przejść od 4 do 10 w 2 krokach wyznaczając punkty (np. w celu włączenia danych pikseli na ekranie monitora)?

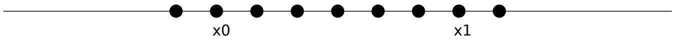


4 + 0,5 * odcinek
4 + 1,0 * odcinek

W ten sposób uzyskujemy nowy sposób wędrowania. Wystarczy wartość 1 podzielić na zadaną liczbę kroków i tworzyć odpowiednie ułamki.
Np. dla 100 kroków wędrówka wyglądałaby następująco:
4 + 1/100 * odcinek
4 + 2/100 * odcinek
...

Równanie parametryczne

Generalizując, przejście od x0 do x1 można wyrazić następująco:



$x0 + t * (x1 - x0) \qquad t \in [0,1]$
$x0 + t*x1 - t*x0$
$x0 - t*x0 + t*x1$

$\mathbf{x0*(1-t) + x1*t}$

W ten sposób uzyskujemy ogólne równanie parametryczne. Taki model można traktować jako system wagowy - waga x0 jest największa w t0.

Parametr t wygodnie traktować jako czas, w którym odbywa sie podróż z x0 do x1.

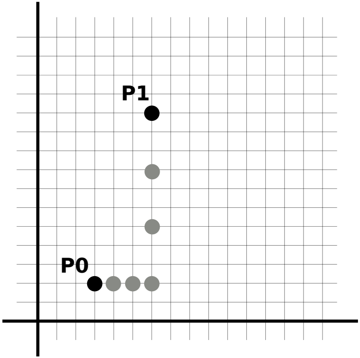
Równanie parametryczne

x0*(1-t) + x1*t

można wprost przenieść
do przestrzeni 2D:

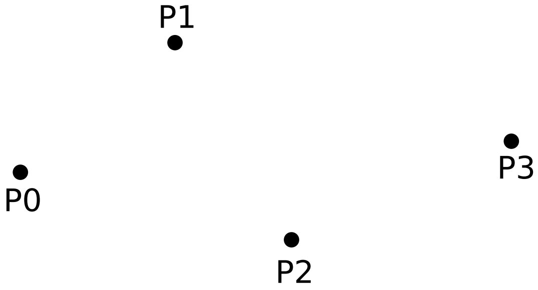
P0=(x0,y0)
P1=(x1,y1)

P0*(1-t) + P1*t



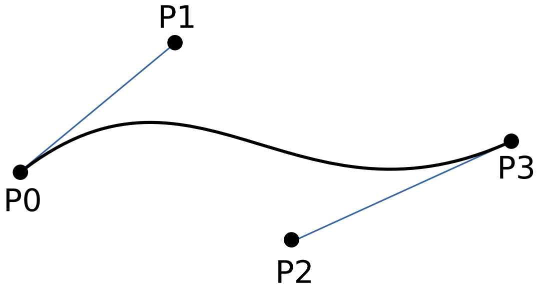
Równanie parametryczne

$$\mathbf{B}(t) = (1-t)^3\mathbf{P}_0 + 3(1-t)^2t\mathbf{P}_1 + 3(1-t)t^2\mathbf{P}_2 + t^3\mathbf{P}_3 \ , \ t \in [0,1].$$

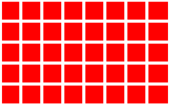


Równanie parametryczne

$$\mathbf{B}(t) = (1-t)^3\mathbf{P}_0 + 3(1-t)^2 t\mathbf{P}_1 + 3(1-t)t^2\mathbf{P}_2 + t^3\mathbf{P}_3 \ , \ t \in [0,1].$$



Grafika rastrowa



W grafice rastrowej piksele (picture elements) zapisywane są na prostokątnej siatce. W nagłówku pliku podana jest infomacja o ilości kolumn prostokąta, a później pojawiają się wartości pikseli, czyli kolor i ewentualnie przezroczystość:

FF0000FF0000FF0000FF0000FF0000...

Kompresja stratna i bezstratna

Zapisywanie pliku graficznego

Najprostszym formatem rastrowym jest bitmapa - ciąg kolejnych wartości pikseli. Kompresja bezstratna polega na wyszukiwaniu wzorców i zapisaniu tych samych informacji w skróconej formie:

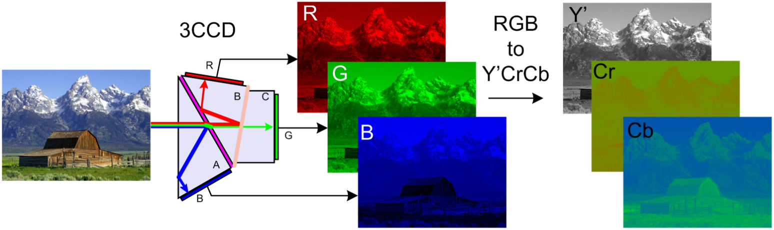
FF0000FF0000FF0000FF0000FF0000

a) F204F204F204F204F204

b) 1=FF0000; 11111

Zapisywanie pliku graficznego

Oko jest bardzo czułe na zmianę jasności (pręciki), ale mniej czułe na zmianę barwy (czopki). Kompresja stratna w JPEG polega na przekształceniu z RGB na YCrCb, podzieleniu obrazu na małe bloki 8x8 pikseli i dużym uśrednianiu Cr i Cb.



Zapisywanie pliku graficznego

Pliki wektorowe zapisywane są jako tekst opisujący matematycznie aspekty geometryczne obiektów oraz ich organizację (kolejność, wartstwy itp.). Są stosunkowo niewielkie jednak istnieje wiele języków opisu tych informacji (.svg, .ai, .cdr itd.), specyfikacje tych języków są rozbudowane i bywa, że się zmieniają przez co istnieje trudność z konwertowaniem między formatami.

Do ewentualnej kompresji takiego pliku stosuje się standardowe metody gdyż jest to zwykły tekst. Zip pozwala na kompresję rzędu 90%.