

Grafika komputerowa i wirtualizacja

Artur Pardon, Adam Wilkowski

Modele przestrzeni barw

RGB(A) - model addytywny składający się z barwy czerwonej(R), zielonej(G) oraz niebieskiej(B).

Model RGBA dodatkowo składa się z kanału alfa będącego współczynnikiem pochłaniania światła.

Zastosowania: wyświetlacze(monitory, telewizory), skanery, aparaty cyfrowe

Modele przestrzeni barw

CMY(K) - model subtraktywny składający się z kolorów cyjan(C), magneta(M) oraz żółtej(Y).

Model CMYK dodatkowo składa się z koloru kluczowego, konturu - zazwyczaj jest to kolor czarny.

Zastosowanie: druk

Transformacja CMY \rightarrow RGB

Model CMY jest modelem odwrotnym do modelu RGB, zatem przekształcanie z modelu CMY do RGB dla zakresu (0 - *range*) wygląda następująco:

Dane wejściowe: c, m, y

Dane wyjściowe: r, g, b

$$r = \text{range} - c$$

$$g = \text{range} - m$$

$$b = \text{range} - y$$

Mieszanie addytywne

Mieszanie addytywne jest mieszaniem światła. Mieszaniem promieniowania. Oznacza to, że jeśli do oka padają dwa rodzaje promieniowania o różnych odcieniach, to wrażenie sumaryczne jest wypadkową obu. Przykładem takiego mieszania jest oświetlenie sceny teatralnej reflektorami z różnymi filtrami. Wypadkowa mieszania addytywnego dąży do bieli. Z drugiej strony barwa biała (np. światła słonecznego) zawiera wszystkie składowe barwne. I jest efektem addytywnego mieszania tych wszystkich składowych.

Mieszanie subtraktywne

Mieszanie subtraktywne jest mieszaniem farb. Farba jest substancją pochłaniającą składowe promieniowania o określonej długości fali. Np. farba niebieska pochłania wszystkie składowe oprócz niebieskiej. A więc jeśli oświetlimy niebieską powierzchnię światłem białym to odbije ona tylko promieniowanie niebieskie i taką barwę postrzegamy. Wypadkowa mieszania subtraktywnego dąży do czerni. Barwy dopełniające to dwie takie barwy, których mieszanie addytywne daje biel, a subtraktywne czerń.

1. Określ prawdziwość poniższych zdań:

(a) Odpowiednie współrzędne w modelech RGB i CMY sumują się do wartości 1

(TAK)

(b) Model CMY jest adekwatny dla urządzeń typu rzutnik

(NIE)

(c) Model CMY dobrze charakteryzuje słowo "addytywny"

(NIE)

(d) W 32-bitowej reprezentacji koloru w modelu RGBA możliwe jest zdefiniowanie 256 odcieni barwy czerwonej

(TAK) - w 32-bitowej reprezentacji na każdą składową (R, G, B oraz A) przeznaczony jest 8 bitów, zatem każda składowa może przyjąć $2^8 = 256$ wartości

Współrzędne jednorodne

Jest to sposób reprezentacji punktów n -wymiarowych za pomocą $n+1$ współrzędnych. Punkt w przestrzeni dwuwymiarowej (na płaszczyźnie) opisuje para liczb (x,y) , we współrzędnych jednorodnych trójka (x,y,W) ; podobnie punkt trójwymiarowy we współrzędnych jednorodnych reprezentuje czwórka (x,y,z,W) , itd.

Dwa punkty jednorodne reprezentują ten sam punkt wtedy, gdy jeden jest wielokrotnością drugiego; istnieje nieskończenie wiele reprezentacji jednego punktu.

Translacja 3D w języku macierzy

Macierz translacji o wektor $v = (v_x, v_y, v_z)$:

$$T_v = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & v_x \\ 0 & 1 & 0 & v_y \\ 0 & 0 & 1 & v_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Translacja punktu $p = (p_x, p_y, p_z)$ o wektor v :

$$T_v \mathbf{p} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & v_x \\ 0 & 1 & 0 & v_y \\ 0 & 0 & 1 & v_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_x \\ p_y \\ p_z \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p_x + v_x \\ p_y + v_y \\ p_z + v_z \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{p} + \mathbf{v}$$

Rzut równoległy

Jest to odwzorowanie przestrzeni euklidesowej trójwymiarowej na daną płaszczyznę w ten sposób, że każdemu punktowi przestrzeni przypisany jest punkt przecięcia się prostej, równoległej do kierunku rzutowania, przechodzącej przez dany punkt, z płaszczyzną.

Macierz rzutu równoległego

Rzut równoległy punktu o współrzędnych (x, y, z) :

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$

2. Określ prawdziwość poniższych zdań:

(a) Reprezentacja translacji 3D w języku macierzy wymaga stosowania macierzy wymiaru 4x4

(TAK)

(b) Współrzędne jednorodne są konieczne do zdefiniowania rzutu równoległego w języku mnożenia macierzy

(NIE)

(c) Używając współrzędnych jednorodnych mamy nieskończenie wiele reprezentacji każdego punktu 3D

(TAK)

(d) Standardowy potok graficzny w grafice czasu rzeczywistego ma schemat: układ obiektu - układ obserwatora - układ rzutni

(NIE) - układ obiektu - układ świata - układ obserwatora - układ rzutni

Krzywa Hermite'a

Macierz geometrii G_H dla tej krzywej zawiera informacje o punktach początkowym i końcowym danego segmentu oraz o wektorach stycznych w tych punktach:

$$G_H = [P_p \quad P_k \quad T_p \quad T_k],$$

gdzie P_p , P_k oznaczają odpowiednio punkt początkowy i końcowy segmentu, a T_p , T_k oznaczają styczne w tych punktach, czyli pochodne.

Krzywa Bezierra

Każdy punkt budowanej krzywej n -tego stopnia wyraża się jako kombinacja liniowa $(n+1)$ punktów kontrolnych i funkcji bazowych $B_{i,n}(t)$ tzn.

$$Q(t) = (\text{suma po } i=0 \text{ do } n) P_i B_{i,n}(t), \quad t \in [0, 1]$$

Gdzie P_i oznacza zbiór $(n+1)$ punktów kontrolnych, a $B_{i,n}$ to układ pierwszych $n+1$ wielomianów Bernsteina:

$$B_{k,n}(t) = \binom{n}{k} t^k (1-t)^{n-k} \quad k = 0, 1, \dots, n$$

Stopień wielomianów Bernsteina jest równy n .

Wymierna krzywa Bezierra

Jest to krzywa Bézierra zdefiniowana we współrzędnych jednorodnych. Podczas gdy krzywa Bézierra jest krzywą wielomianową, tzn. jej współrzędne opisują wielomiany, tak współrzędne krzywej wymiernej są opisywane przez wyrażenia wymierne.

W stosunku do krzywych wielomianowych, rzut perspektywiczny krzywej wymiernej jest zawsze krzywą wymierną, podczas gdy rzut perspektywiczny krzywej wielomianowej nie musi być krzywą wielomianową.

3. Określ prawdziwość poniższych zdań:

(a) Brzeg standardowej powierzchni Hermite'a daje się zdefiniować jako krzywa Beziera

(TAK) - *Konwersja powierzchni pomiędzy postaciami Hermite'a i Beziera:*

$$P_B = (M_B^T)^{-1} M_H^T P_H M_H M_B^{-1}$$

(b) Elementy definiujące krzywą Hermite'a pozwalają określić obszar, w którym się ona znajduje

(NIE)

(c) Krzywe Beziera są niezmiennicze ze względu na rzut perspektywiczny

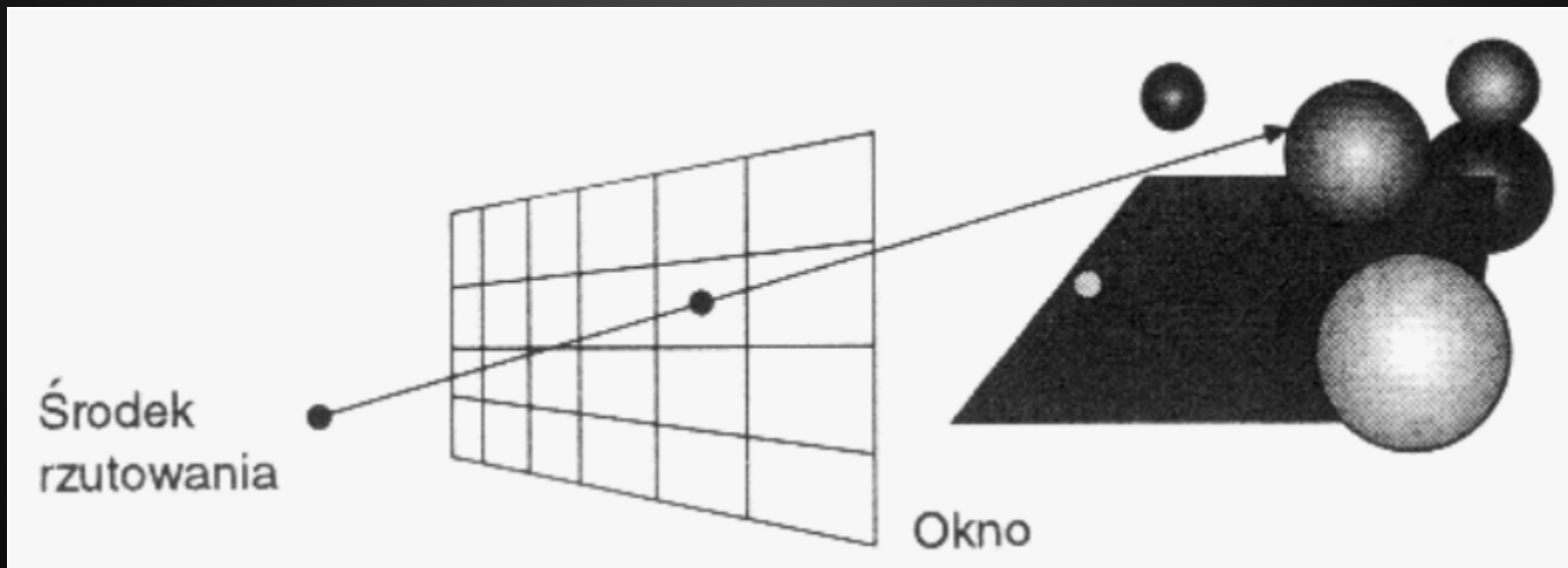
(NIE)

(d) Funkcje bazowe definiujące krzywą Beziera n-go stopnia są wielomianami (n-1) stopnia

(NIE)

Metoda śledzenia promieni

Określa ona widoczność powierzchni na zasadzie śledzenia umownych promieni światła od oka obserwatora do obiektów sceny.



Metoda śledzenia promieni

Jest wybierany środek rzutowania (oko obserwatora) oraz pole wizualizacji na dowolnej rzutni. Można sobie wyobrazić, że pole wizualizacji jest podzielone regularną siatkę, której elementy opowiadają pikselom. Następnie dla każdego piksela w polu wizualizacji, ze środka rzutowania jest wpuszczany promień przez środek piksela w kierunku sceny. Barwa piksela jest ustawiana zgodnie z barwą obiektu dla najbliższego punktu przecięcia.

W celu wyznaczenia przecięcia obiektu z promieniem wykorzystuje się reprezentację parametryczną kierunku widzenia

Najwięcej czasu w śledzeniu promieni zajmuje obliczanie punktów przecięcia promieni z powierzchniami obiektów. Wyznaczanie przecięć jest rozwiązywaniem równań (na ogół nieliniowych) i składa się z dwóch głównych etapów: lokalizacji rozwiązań i obliczania ich z dużą dokładnością.

Algorytm Z-bufora

Wykorzystywany w systemach wyświetlających obrazy trójwymiarowe, przechowuje współrzędną Z (głębokość, odległość od obserwatora) dla każdego piksela obrazu. Stawianie pojedynczego piksela przebiega według algorytmu: jeśli współrzędna Z danego piksela jest mniejsza od współrzędnej Z zapisanej w buforze (piksel znajduje się bliżej obserwatora) można postawić piksel i uaktualnić wpis w buforze.

Dzięki temu uzyskuje się poprawny obraz, tzn. taki, w którym obiekty trójwymiarowe są prezentowane zgodnie z ich wzajemnymi relacjami przesłania.

Algorytm z-bufora

Given: A list of polygons $\{P_1, P_2, \dots, P_n\}$

Output: A COLOR array, which displays the intensity of the visible polygon surfaces.

Initialize:

note : z-depth and z-buffer(x,y) is positive

z-buffer(x,y)=max depth; and

COLOR(x,y)=background color

Begin:

for(each polygon P in the polygon list)

do{

for(each pixel(x,y) that intersects P)

do{

Calculate z-depth of P at (x,y)

If (z-depth < z-buffer[x,y])

then{

z-buffer[x,y]=z-depth;

COLOR(x,y)=Intensity of P at(x,y);

}

}

}

display COLOR array.

4. Określ prawdziwość następujących zdań:

(a) W każdym kroku algorytmu z-bufora wykonywana jest dokładnie jedna operacja porównania liczb zmiennoprzecinkowych

(TAK)

(b) Widoczność w metodzie śledzenia promieni jest określana przez użycie parametrycznej postaci kierunku widzenia

(TAK)

(c) Stosowanie algorytmu z-bufora jest możliwe jedynie w układzie obserwatora

(NIE) - możliwe również w układzie świata (?)

(d) W czasie działania algorytmu widoczności w metodzie śledzenia promieni może zaistnieć potrzeba rozwiązania równania nieliniowego

(TAK)

Odbicie lambertowskie

“Matowe powierzchnie bez połysku charakteryzują się odbiciem rozproszonym, znanym również jako odbicie lambertowskie. Takie powierzchnie wydają się równie jasne ze wszystkich kierunków obserwacji.”

“...dla powierzchni lambertowskich stosunek natężenia światła widzianego przez obserwatora do do powierzchni elementarnej jest niezależny od kierunku patrzenia...”

Oświetlenia Phong'a

Model oświetlenia stosowany w grafice komputerowej służący do modelowania odbić zwierciadlanych od nieidealnych obiektów. Model ten przyjmuje, że powierzchnia obiektu jest pokryta bardzo cienką przezroczystą warstwą, na której zachodzi odbicie zwierciadlane, tzn. światło nie zmienia swojej barwy, natomiast na powierzchni znajdującej się pod tą warstwą następuje odbicie rozproszone, które zabarwia światło na kolor przypisany do obiektu. Przyjmuje się, że maksymalne odbicie zwierciadlane zachodzi, gdy kąt pomiędzy promieniem odbitym, a kierunkiem do obserwatora jest równy zero. Gdy kąt ten jest większy od zera, wówczas odbicie zwierciadlane bardzo szybko słabnie

Metoda energetyczna ("Radiosity")

Metoda wykorzystywana w grafice komputerowej do wyznaczenia globalnego rozkładu oświetlenia scen trójwymiarowych. Radiosity wyznacza globalny rozkład natężenia światła uwzględniając pochłonięcia i odbicia światła jakie mają miejsce na wszystkich powierzchniach znajdujących się na scenie. Czyli modeluje prawie dokładnie to samo, co obserwujemy w rzeczywistym świecie, gdzie każda powierzchnia pochłania światło, ale także część odbija.

$$E_i^{(t+1)} = E_i^{(t)} + \sum_j s_{ij} \cdot E_j^{(t)}$$

E_j, E_i — energia i-tego i j-tego płata

s_{ij} — współczynnik sprzężenia optycznego pomiędzy i-tym, a j-tym płatem

t — krok

Rekursywna metoda śledzenia promieni

Algorytm ten wysyła dodatkowy promień z punktu przecięcia do każdego źródła światła w celu obliczenia cieni. Obok promieni do wyznaczania cieni rekursywny algorytm śledzenia promieni warunkowo wysyła promienie odbite i promienie załamane. Jeżeli obiekt odbija zwierciadlanie, to promień odbity jest odbijany od powierzchni symetrycznie względem normalnej do powierzchni. Jeżeli obiekt jest przezroczysty i nie występuje całkowite wewnętrzne odbicie, to jest wysyłany promień załamany do wnętrza obiektu.

5. Określ prawdziwość następujących zdań:

(a) Odbicie Lamberta stosowane w klasycznym modelu odbicia światła w grafice komputerowej jest zależne od położenia obserwatora

(NIE)

(b) Model Phong'a dla kierunkowego odbicia światła uwzględnia wartość kierunku padania światła

(TAK)

(c) Współczynniki sprzężenia obliczane w metodzie energetycznej (radiosity) uwzględniają wzajemne położenie dwóch wielokątów

(TAK)

(d) Stosując rekursywny algorytm śledzenia promieni w scenie zawierającej obiekty przezroczyste generujemy w każdym widocznym fragmencie co najmniej trzy kierunki transportu światła

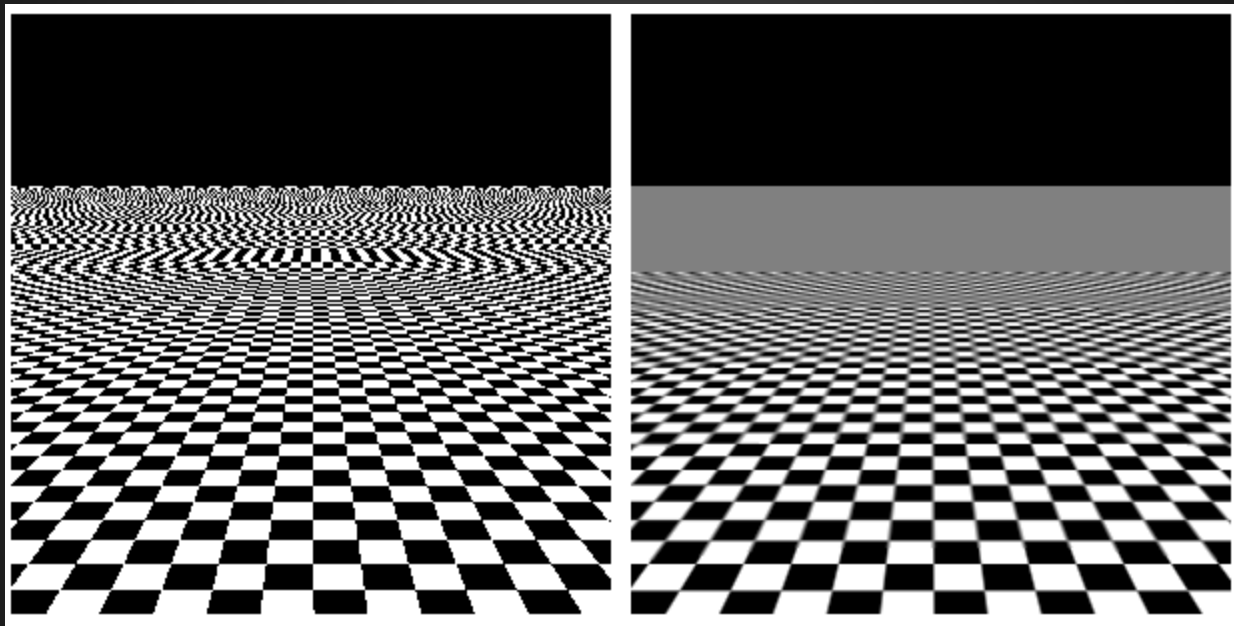
(TAK)

Mipmapping

Mipmapping to technika teksturowania bitmapami wykorzystywana w grafice trójwymiarowej, która pozwala uniknąć artefaktów i tym samym uzyskać lepszą jakość obrazów. Także przyspiesza sam proces teksturowania.

Mipmapping wykorzystuje serię MIP map (mipmap), tj. tekstur o różnych rozmiarach, które są wynikiem skalowania wyjściowej tekstury. Jeśli wyjściowa tekstura ma rozmiar będący potęgą dwójki $2^n \times 2^n$, to zostanie wygenerowanych n mipmap o rozmiarach $2^{n-1} \times 2^{n-1}$, $2^{n-2} \times 2^{n-2}$, $2^{n-3} \times 2^{n-3}$ itd., aż do tekstury o wymiarze 1×1 .

Mipmapping



Mapowanie wypukłości (bump mapping)

W grafice 3D technika teksturowania, która symuluje niewielkie wypukłości powierzchni, bez ingerencji w geometrię obiektu trójwymiarowego. Technika polega na użyciu tekstury, która nie jest bezpośrednio wyświetlana, ale powoduje lokalne zakłócenia (obrót) wektora normalnego. Ponieważ każdy model oświetlenia (np. oświetlenie Phong) w jakiś sposób wiąże kąt pomiędzy promieniem światła, a wektorem normalnym, to rezultatem zakłóceń jest pojawienie się na obrazie złudzenia nierówności powierzchni.

6. Określ prawdziwość następujących zdań:

(a) Nakładając teksturę na wielokąt rzutowany równoległe możemy bez utraty poprawności interpolować liniowo pomiędzy układem tekstury oraz układem ekranu

(TAK)

(b) Mipmapping stosujemy w scenach z dużą głębią rzutu perspektywicznego

(TAK)

(c) W algorytmie bump mappingu tekstury są używane do przechowywania informacji o kierunkach wektorów normalnych

(TAK)

(d) W przypadku różnic rozdzielczości wielokąta w przestrzeni ekranu i mapy tekstury interpolacje biliniową stosujemy, gdy obraz tekstury zawiera dużo celowych szumów

(NIE)

Stos tekstury

Współrzędne każdej tekstury są automatycznie mnożone przez macierz znajdującą się na stosie tekstur, który jest identyfikowany przez stałą `GL_TEXTURE`. Obowiązują na nim dokładnie takie same zasady jak na pozostałych stosach, czyli współrzędne tekstury mogą być przesuwane, obracane, skalowane lub, w ogólności, podawane dowolnym przekształceniom macierzowym.

Zastosowanie podwójnego bufora koloru

“...dla uniknięcia efektu ”migotania sceny” (wywołanego głównie przez konieczność przerysowania tła okna przed kolejną klatką animacyjną) stosuje się dwie płaszczyzny obrazu (dwa bufory koloru): scena jest rysowana w płaszczyźnie niewidocznej w oknie (tzw. tylnej (ang. BACK)) i dopiero po zakończeniu procesu rysowania danej klatki animacyjnej płaszczyzna ta jest przełączana do postaci widocznej (staje się tzw. płaszczyzna przednia (ang. FRONT)).”

7. Określ prawdziwość następujących zdań:

(a) Biblioteka OpenGL standardowo umożliwia określanie wzajemnego zasłaniania się obiektów metodą z-bufora

(TAK) - glEnable (GL_DEPTH_TEST)

(b) W momencie przetwarzania tekstury biblioteka OpenGL pobiera informacje z jednego stosu macierzowego dla każdej warstwy tekstury

(TAK)

(c) W bibliotece OpenGL generowanie cieni możliwe jest jedynie przez programowanie shaderów

(NIE) - http://www.opengl.org/wiki/Shadow_Mapping_without_shaders

(d) W scenach animowanych generowanych w bibliotece OpenGL naturalne jest stosowanie podwójnego bufora głębokości.

(NIE)