

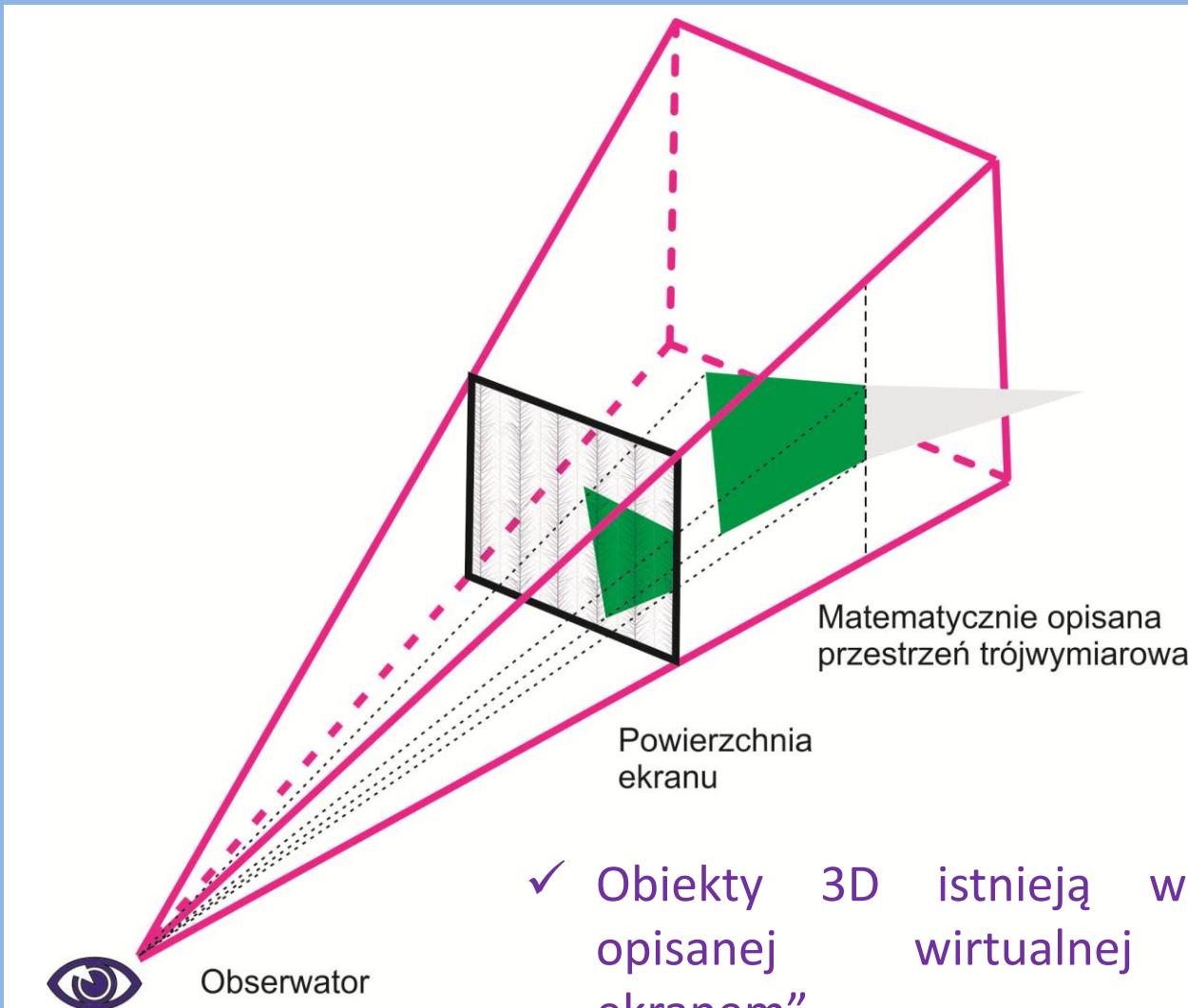
AB

Architektura systemów komputerowych

Grafika 3D



Grafika 3D



- ✓ Obiekty 3D istnieją w matematycznie opisanej wirtualnej przestrzeni „za ekranem”.
- ✓ Ekran stanowi więc swego rodzaju okno przez które możemy ją oglądać.

Grafika 3D

- ✓ Obiekty 3D stanowią pewien fragment przestrzeni ograniczonej powierzchniami o różnym stopniu komplikacji. Chociaż każda taka powierzchnia da się jednoznacznie zdefiniować przy pomocy równań matematycznych, to ich przetwarzanie pochłonęło by całą dostępną moc obliczeniową.
- ✓ Zagadnienie 3D można w ogromnym stopniu uprościć rozkładając każdą z takich powierzchni na odpowiednio dużą (zależną od stopnia dokładności) liczbę wielokątów płaskich. Najprostszym z wielokątów jest oczywiście trójkąt i ten jest na ogół używany do aproksymacji.
- ✓ Każdy wierzchołków trójkąta jest jednoznacznie zawieszony w przestrzeni 3D przy pomocy trzech współrzędnych (x , y , z). Cały obiekt 3D przechowywany jest w spójnym fragmencie pamięci a operacje na nim (przemieszczenie, obrót, skalowanie itp.) sprowadzają się do rachunku macierzowego. Algorytm przesunięcia takiej bryły da się zapisać w kilku linijkach kodu maszynowego.

Grafika 3D

Wyświetlanie opisanej matematycznie grafiki trójwymiarowej nazywamy **renderingiem**.

Rendering polega na wygenerowaniu (wyliczeniu i wyświetleniu) **2-wymiarowego** obrazu będącego rzutem na płaszczyznę (ekran) wirtualnej przestrzeni trójwymiarowej.

Pytanie: Skoro możemy wyrenderować tylko obrazy 2D to co z filmami i grami 3D albo VR?



Grafika 3D VS. wyświetlacze 3D

Wyświetlanie rzeczywistego obrazu 3D jest możliwe, choć na razie jest to obraz bardzo uproszczony.

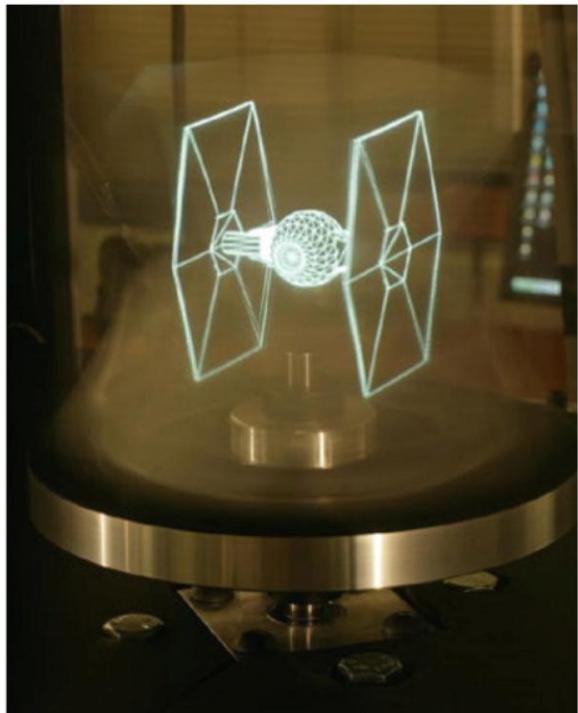
Trzy najbardziej obiecujące technologie to:

- **Wyświetlacz holograficzny,**
- **Projektory laserowe**
- **Trójwymiarowe matryce LED**

- ✓ We wszystkich istniejących metodach mamy do czynienia z „**rysowaniem światłem**”.
- ✓ Stworzenie projekcji 3D nieodróżnialnej od materialnego przedmiotu nie jest możliwe (jest sprzeczne z prawami fizyki, gdyż do tego potrzebowaliśmy „czarnego światła”).

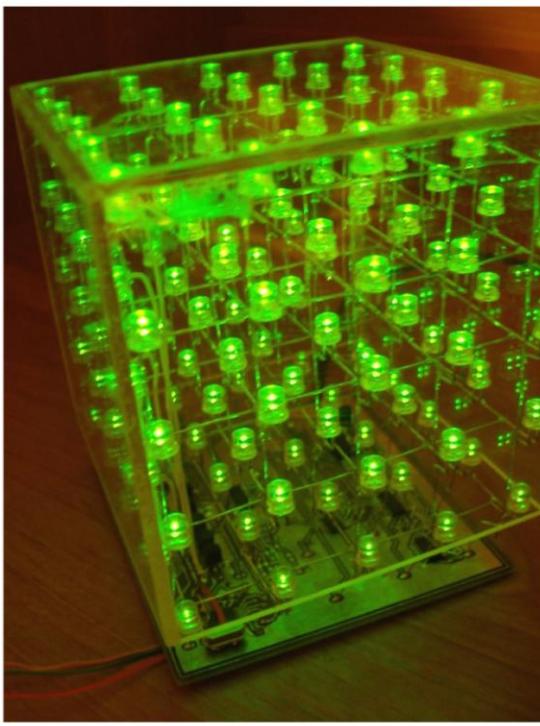


Grafika 3D VS. wyświetlacze 3D



Wyświetlacz
holograficzny

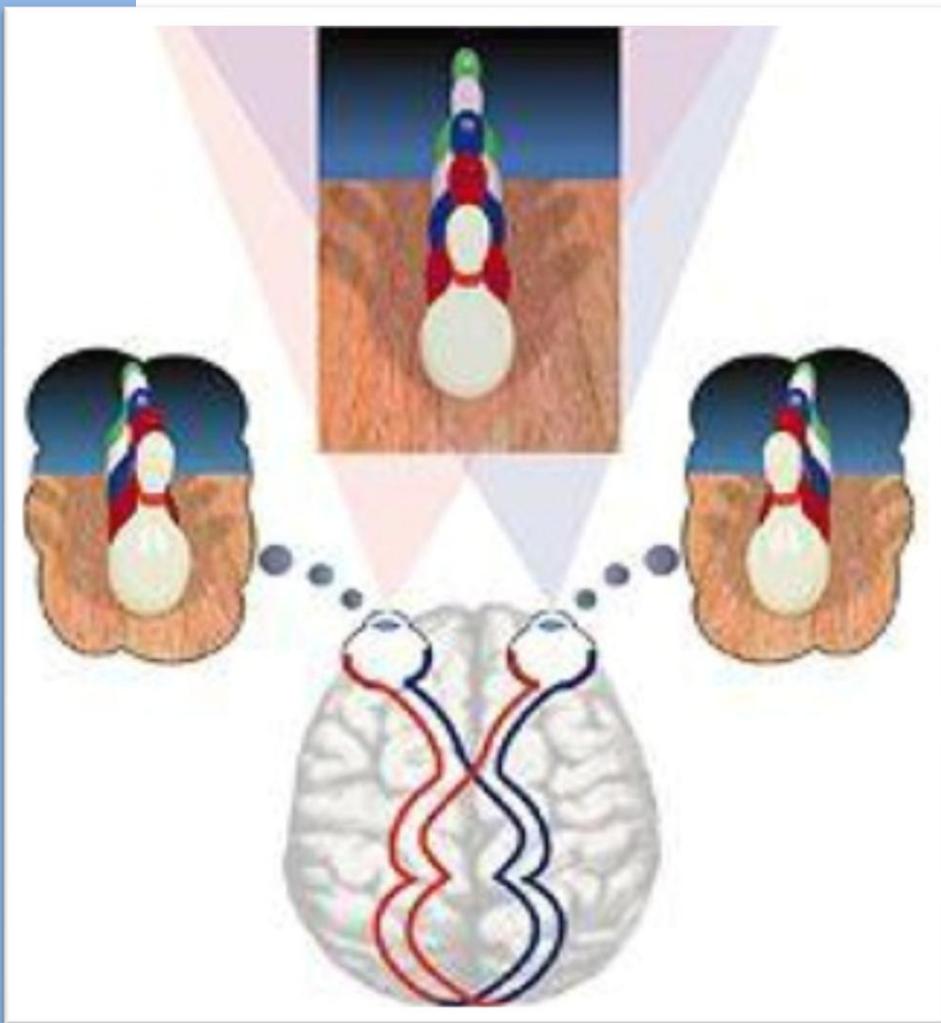
Trójwymiarowe
matryce LED



Projektory
laserowe

Grafika 3D VS. wyświetlacze 3D

Kino i telewizja 3D – to stereoskopia

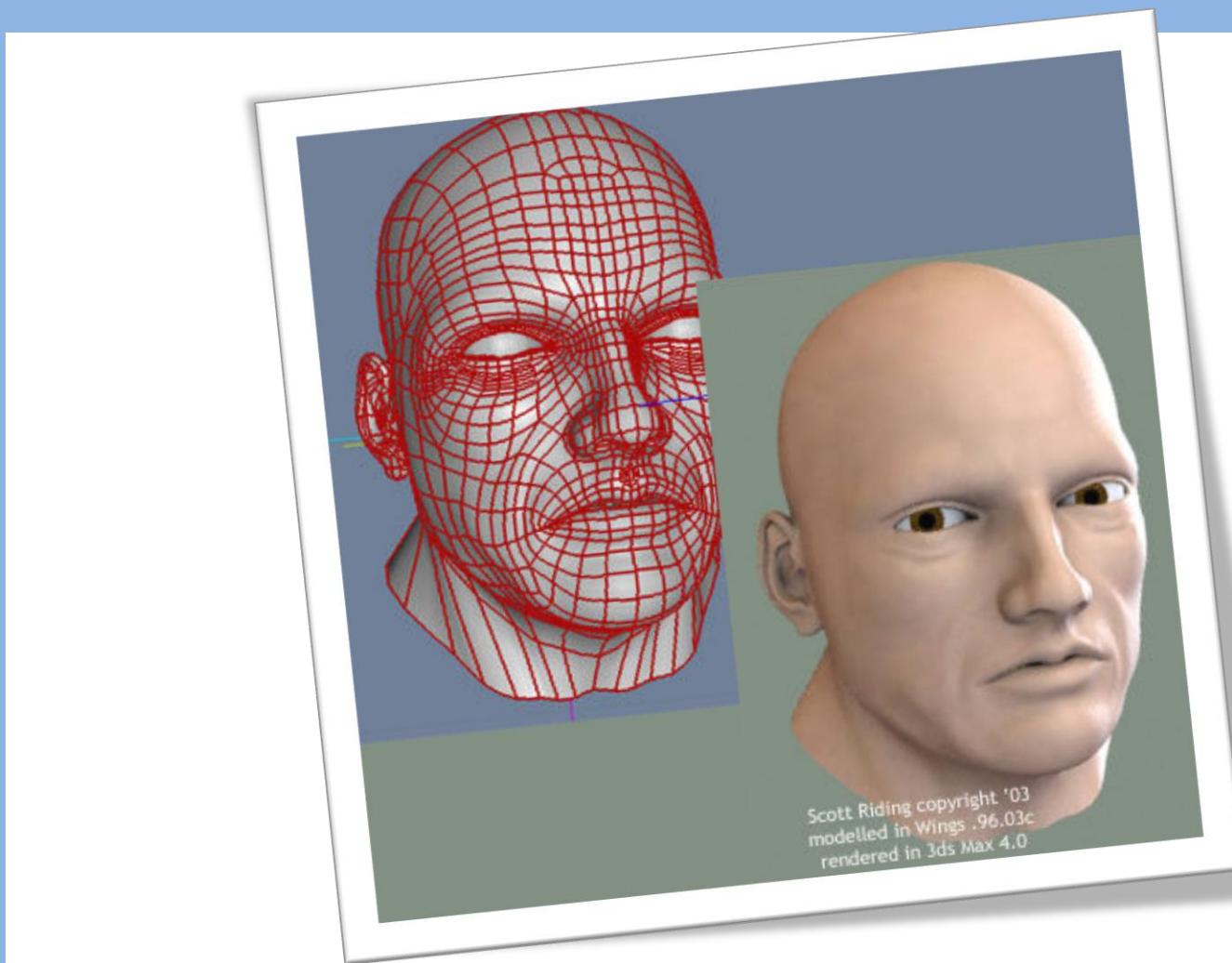


Stereoskopia – technika wyświetlania obrazu wrażenie normalnego widzenia stereoskopowego, to znaczy odwzorowująca nie tylko kształt i kolor obiektów, ale także ich wzajemne zależności przestrzenne (odległość od obserwatora).

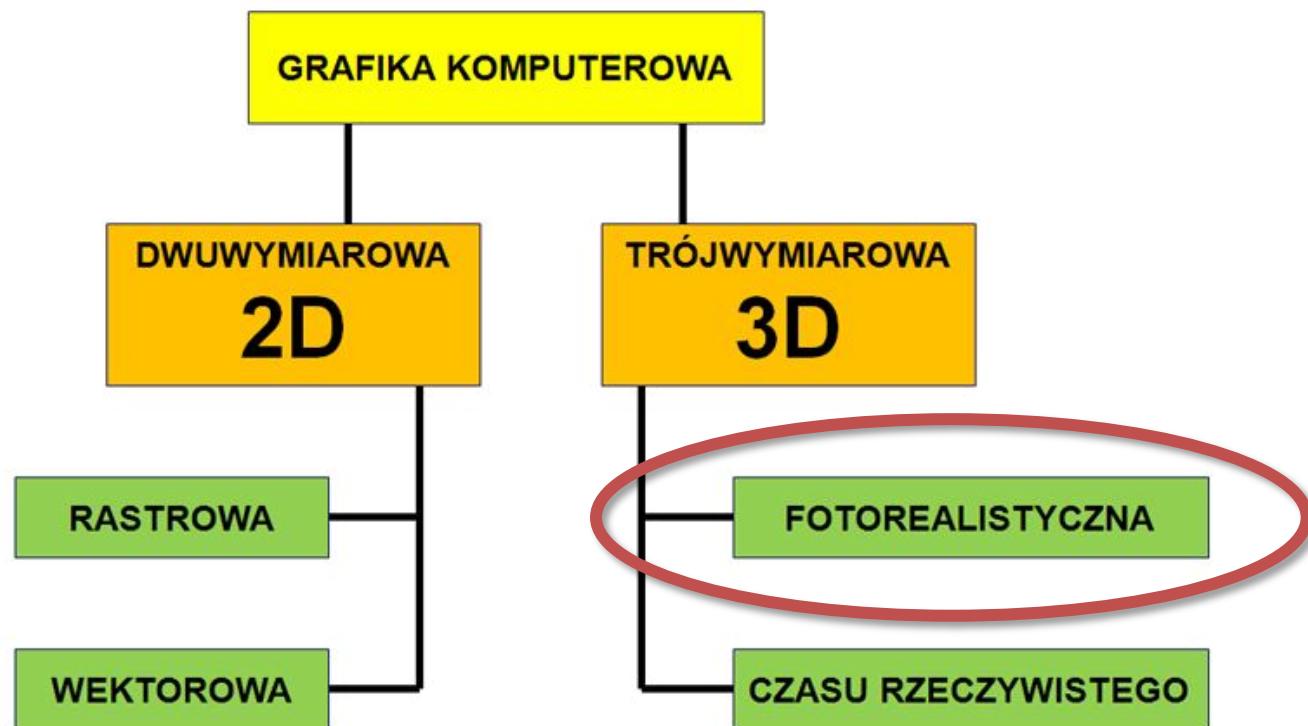
Polega na stworzeniu dwóch obrazów 2D, widzianych z perspektywy lewego i prawego oka.

W tym celu wykonuje się parę zwykłych dwuwymiarowych obrazów reprezentujących obiekt lub scenę z dwóch punktów widzenia, oddalonych tak jak oczy obserwatora.

Fotorealistyczna grafika 3D



Rodzaje grafiki komputerowej



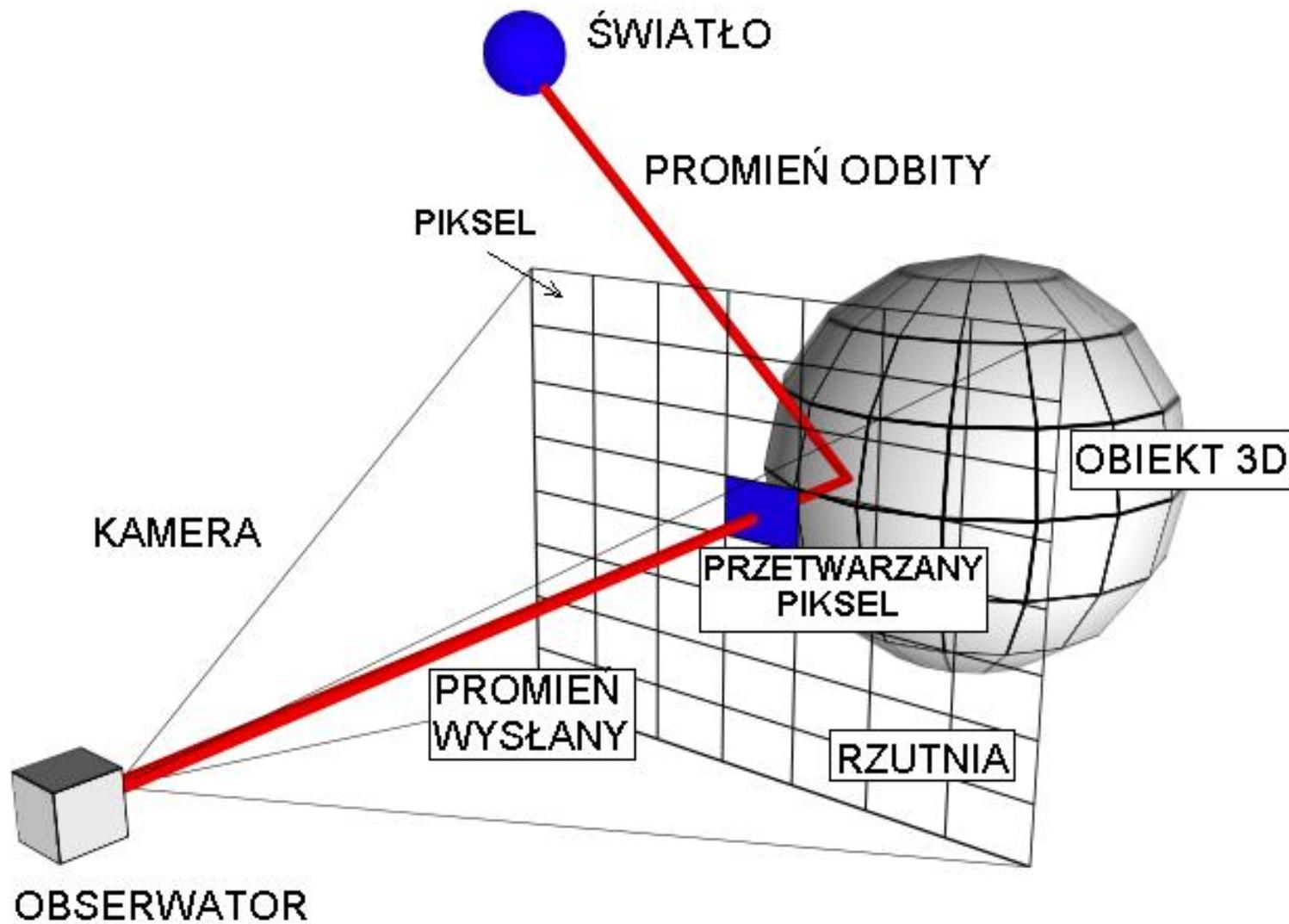
Grafika fotorealistyczna - czas generowania wizualizacji nie jest najważniejszym elementem. Chcąc tworzyć obrazy przypominające jakością zdjęcie fotograficzne możemy sobie pozwolić na to, aby czas generowania grafiki trwał dowolnie długo. Dzięki temu, można wykorzystać najbardziej złożone obliczeniowo algorytmy odwzorowania oświetlenia.

Rendering a Ray Tracing

Ray tracing (śledzenie promieni) to technika renderowania fotorealistycznych scen 3D.

- ✓ Obecnie najpopularniejszy z systemów profesjonalnych.
- ✓ Jest dość wolny, lecz daje dobre rezultaty, systemy dające lepsze efekty są zwykle o wiele wolniejsze - często używa się systemów mieszanych.

Rendering a Ray Tracing



Algorytm Ray Tracing-u

Algorytm ray tracingu wygląda następująco:

1. Z punktu w którym znajduje się kamera wypuszczany jest promień (półprosta) w kierunku rzutni. Rzutnia podzielona jest na piksele, jeden (lub więcej) promieni przechodzi przez każdy piksel.
2. Wyszukiwane są wszystkie przecięcia promienia z obiektami.
3. Spośród uzyskanych punktów przecięć wybiera się ten, który leży najbliżej kamery.

Rendering a Ray Tracing

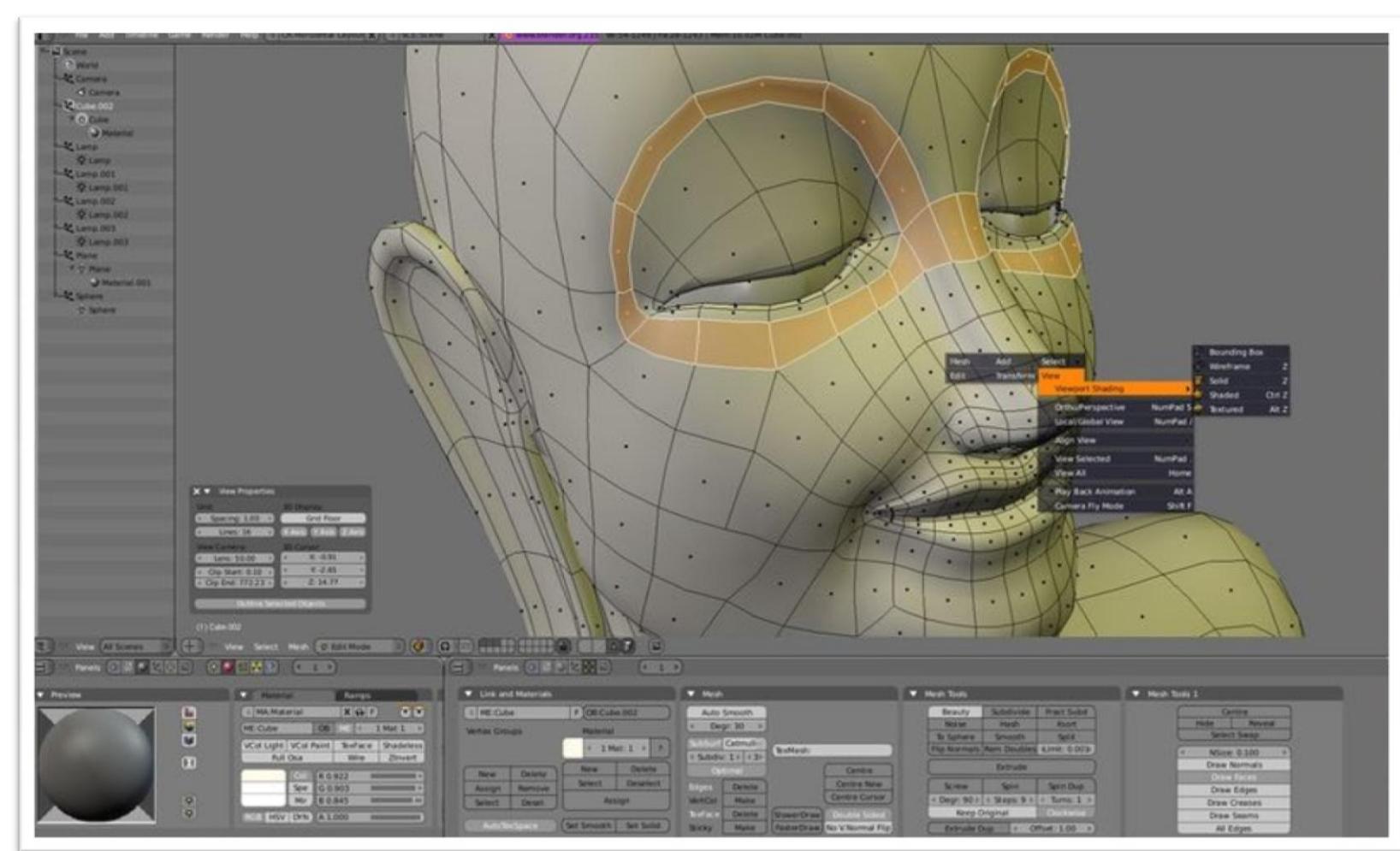
4. Punkt ten jest następnie przetwarzany.

- a) Najpierw są wypuszczane promienie z tego punktu w kierunku każdego ze światel na scenie, by określić które oświetlą przetwarzany punkt. Na tym etapie można wyznaczyć cienie, testując czy odcinek pomiędzy punktem przecięcia, a światłem przecina jakiś obiekt - innymi słowy, czy jakiś obiekt zasłania konkretne światło.
- b) Następnie dla wszystkich "widocznych" światel, oblicza się, jasność punktu. Dodatkowo uwzględnia się takie parametry jak kolor punktu (np. odczytany z tekstury).

Rendering a Ray Tracing

5. Jeśli obiekt jest przezroczysty to z tego punktu mogą zostać wypuszczone dodatkowe promienie (rekursywny ray tracing) - może to być zarówno promień odbity, jak i promień załamany - dla tych promieni algorytm jest powtarzany od punktu 2.
 - a) Wówczas, nim przypisze się kolor danemu pikselowi, przetwarzane jest drzewo promieni;
 - b) w programach, które umożliwiają rekursywny ray tracing jest możliwe ograniczenie głębokości drzewa.

Programy wykorzystujące elementy Ray Tracingu

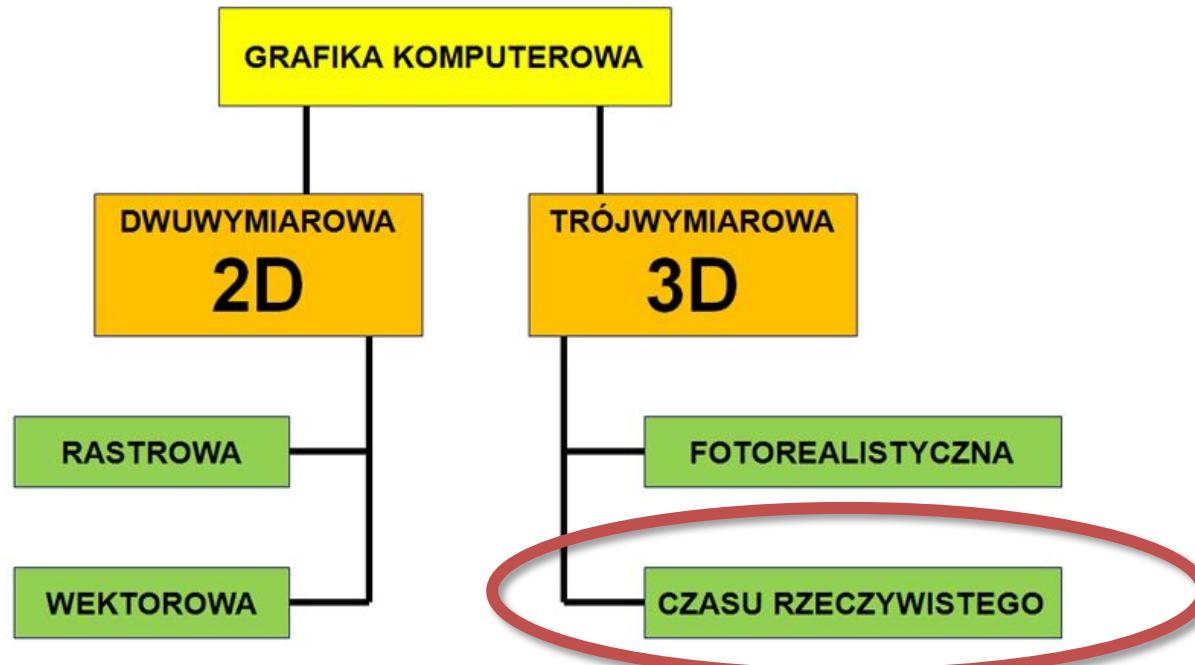


Najpopularniejszymi programami są 3D Studio Max, LightWave , darmowy Blender, POV-Ray.

Grafika 3D na komputerze domowym



Rodzaje grafiki komputerowej



Grafika czasu rzeczywistego wykorzystywana w grach komputerowych. W tym przypadku kluczowym elementem jest czas generowania obrazu. Ze względu na płynność wizualizacji w czasie rzeczywistym, czas ten nie powinien przekraczać 1/20 sekundy. Współczesne komputery nie mają tak olbrzymiej mocy obliczeniowej, aby generować grafiki fotorealistyczne w czasie rzeczywistym. W związku z tym stosuje się techniki, które są mniej złożone obliczeniowo, ale dają zadowalające rezultaty.

Akceleratory graficzne

Etapy powstawania grafiki 3D czasu rzeczywistego

1. Obliczenie sceny:

- Obliczanie współrzędnych obiektów podlegających przemieszczeniom, takim jak obrót, przesunięcie itp,
- Przeskalowywanie obiektów, których rozmiary zmieniają się w trakcie ruchu,
- Clipping (ang. podcinanie) obiekty znajdujące się poza polem widzenia zostają wyeliminowane ze sceny.

2. Usuwanie fragmentów brył niewidocznych dla obserwatora.

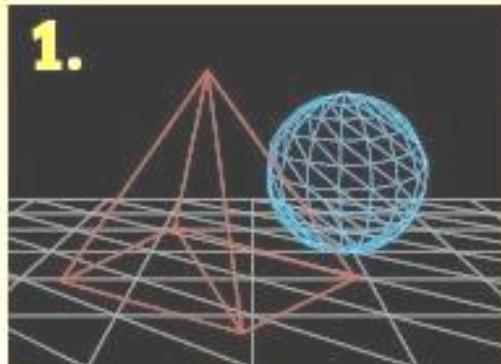
3. Wyliczenie oświetlenia obiektów.

4. Obliczenia barwy obiektów - TEKSTUROWANIE

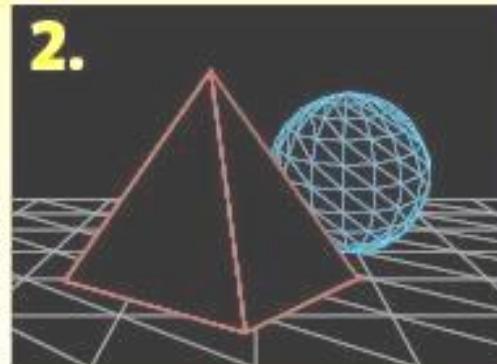
5. Projekcja obrazu wypadkowego na płaszczyznę 2D,

- Antialiasing - wygładzanie krawędzi (opcjonalne)

Akceleratory graficzne



1.



2.



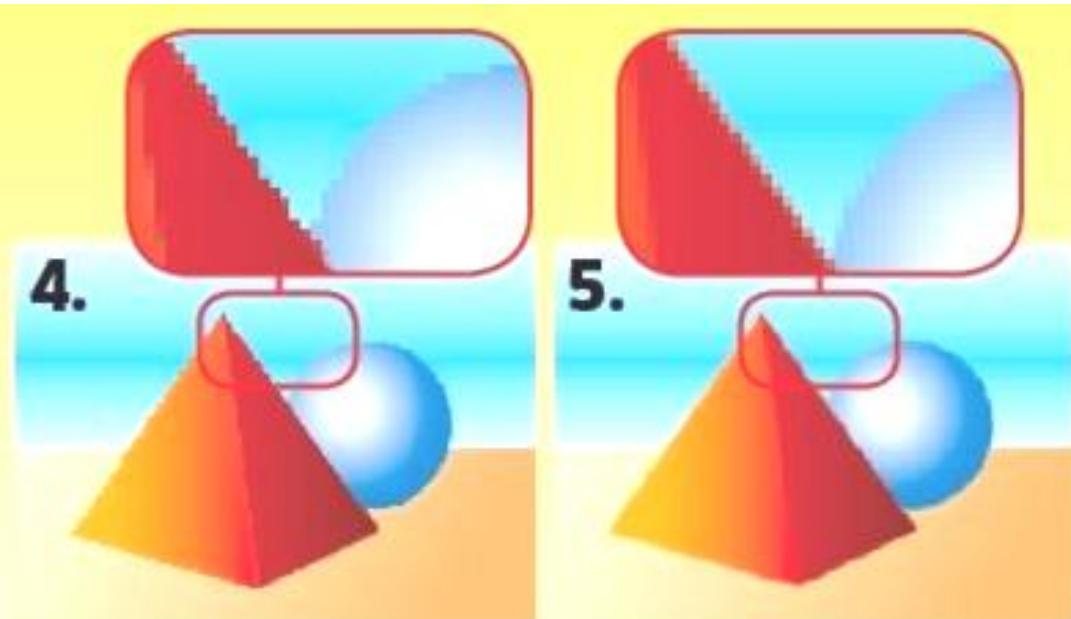
3.

Układ przetwarzania wektorów na podstawie współrzędnych tworzy siatkę trójwymiarową.

Niewidoczne, zasłonięte i niepotrzebne elementy są wyłączane z procesu dalszej obróbki.

Dla zwiększenia realizmu scena jest oświetlana jednym lub kilkoma źródłami światła.

Akceleratory graficzne



4.

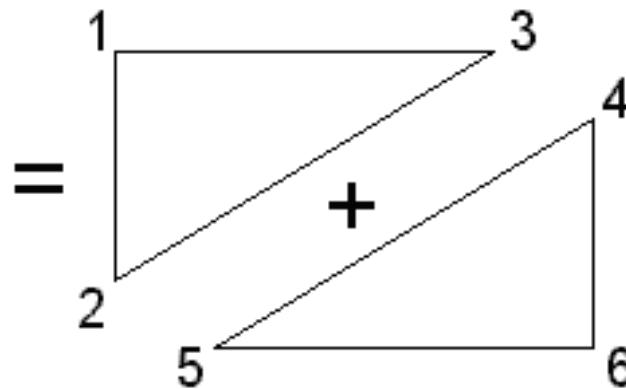
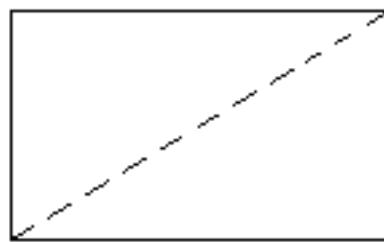
Shadery pikselowe i jednostki teksturowania kolorują powierzchnie obiektów.

5.

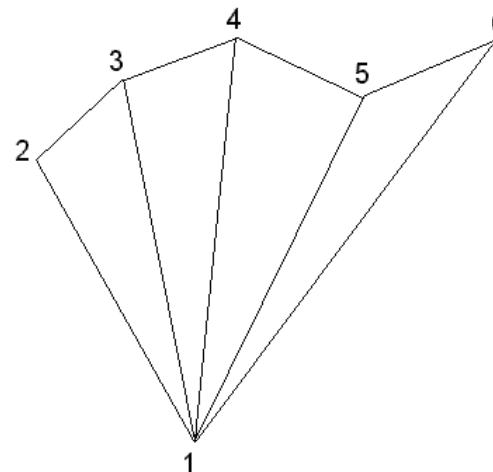
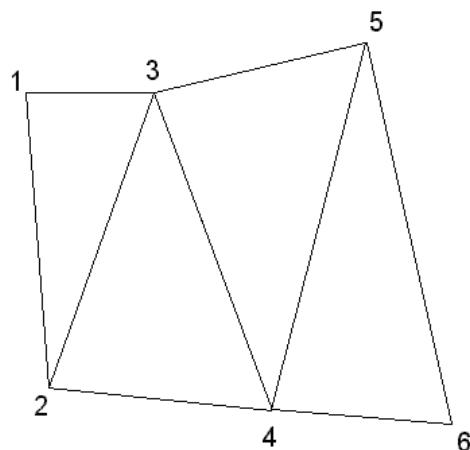
Nierówności na krawędziach obiektów są wygładzane metodą antyaliasingu.

Trójkąty, pasy i wachlarze

Trójkąty to podstawa:



Pasy i wachlarze zmniejszają niezbędną ilość danych:



Pierwszy etap - tworzenia grafiki 3D - Geometria

Obiekt 3D



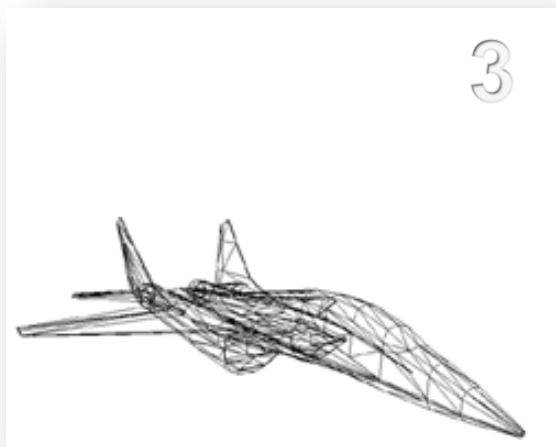
1

umieszczany jest na scenie,



2

następnie jest skalowany,



3

*dokonuje się translacji
(jest przesunięty)*



4

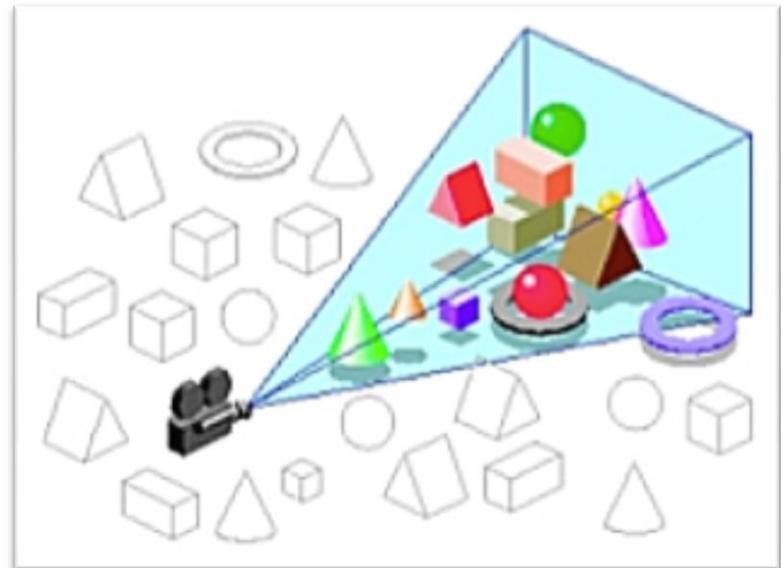
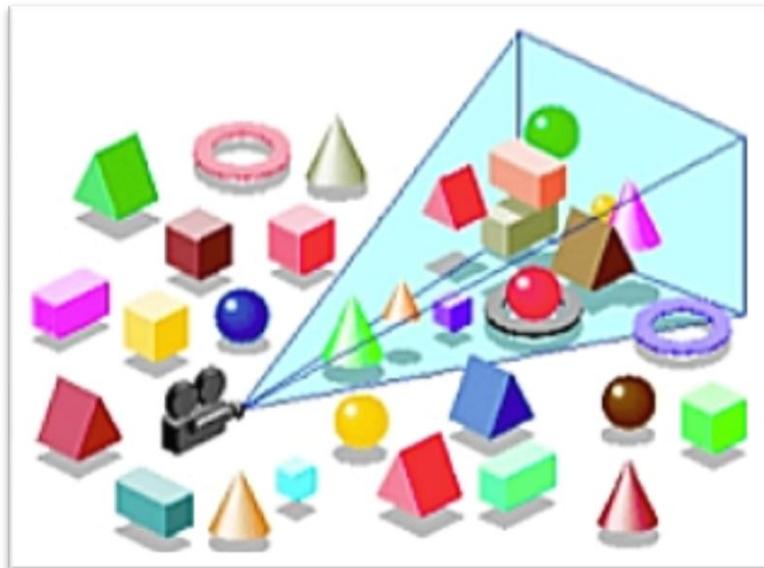
*a na końcu rotacji
(obrócenie)*

Pierwszy etap - tworzenia grafiki 3D - Geometria

Clipping - (ang. podcinanie).

Po uszeregowaniu struktur w przestrzeni sprawdza się, czy określony obiekt układu znajduje się w bryle widzenia, tzn. czy jest widoczny, czy też częściowo lub całkowicie zasłonięty przez inne obiekty.

Aby uniknąć wykonywania niepotrzebnych obliczeń, niewidoczne elementy są ze sceny usuwane

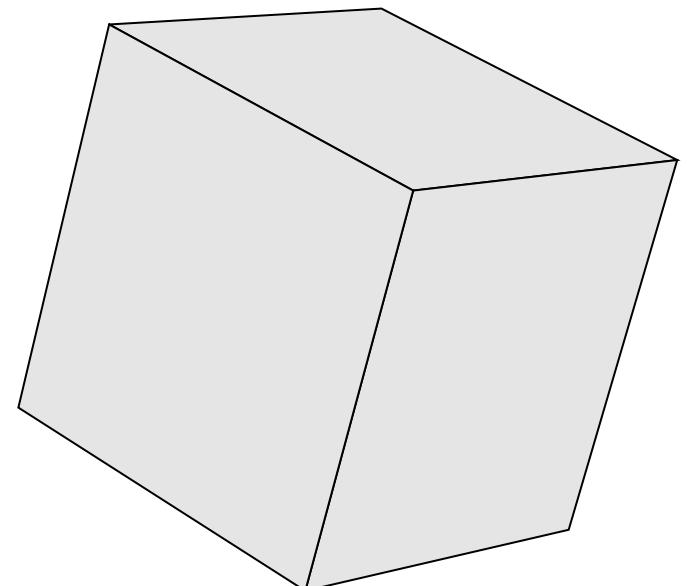
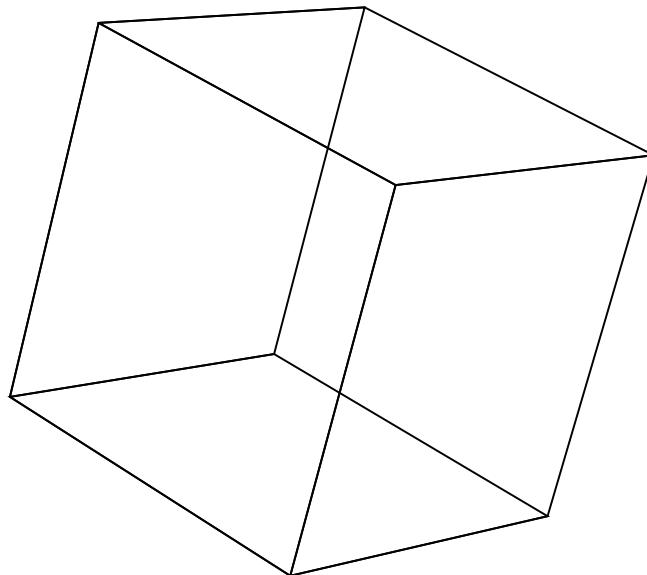


Etap drugi - usuwanie powierzchni niewidocznych

Najczęściej stosowane są trzy metody usuwania elementów niewidocznych:

1. Metody dla figur wypukłych (obliczenie kąta, jaki tworzy wektor normalny badanej powierzchni z wektorem poprowadzonym z punktu obserwacji do środka powierzchni)
2. Ray tracing
3. Z- bufor

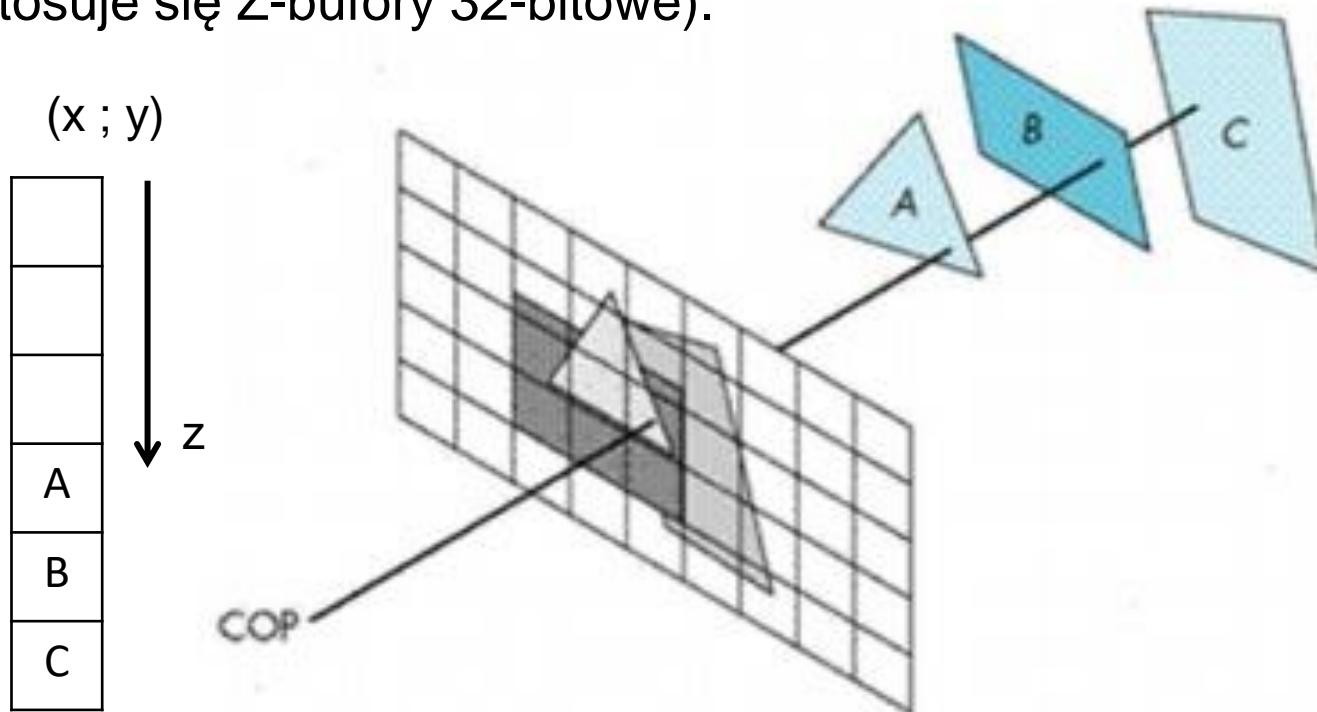
Pierwsza z nich sprawdza się tylko w niektórych układach wielokątów, druga jest zbyt obliczeniochłonna dla kart graficznych.



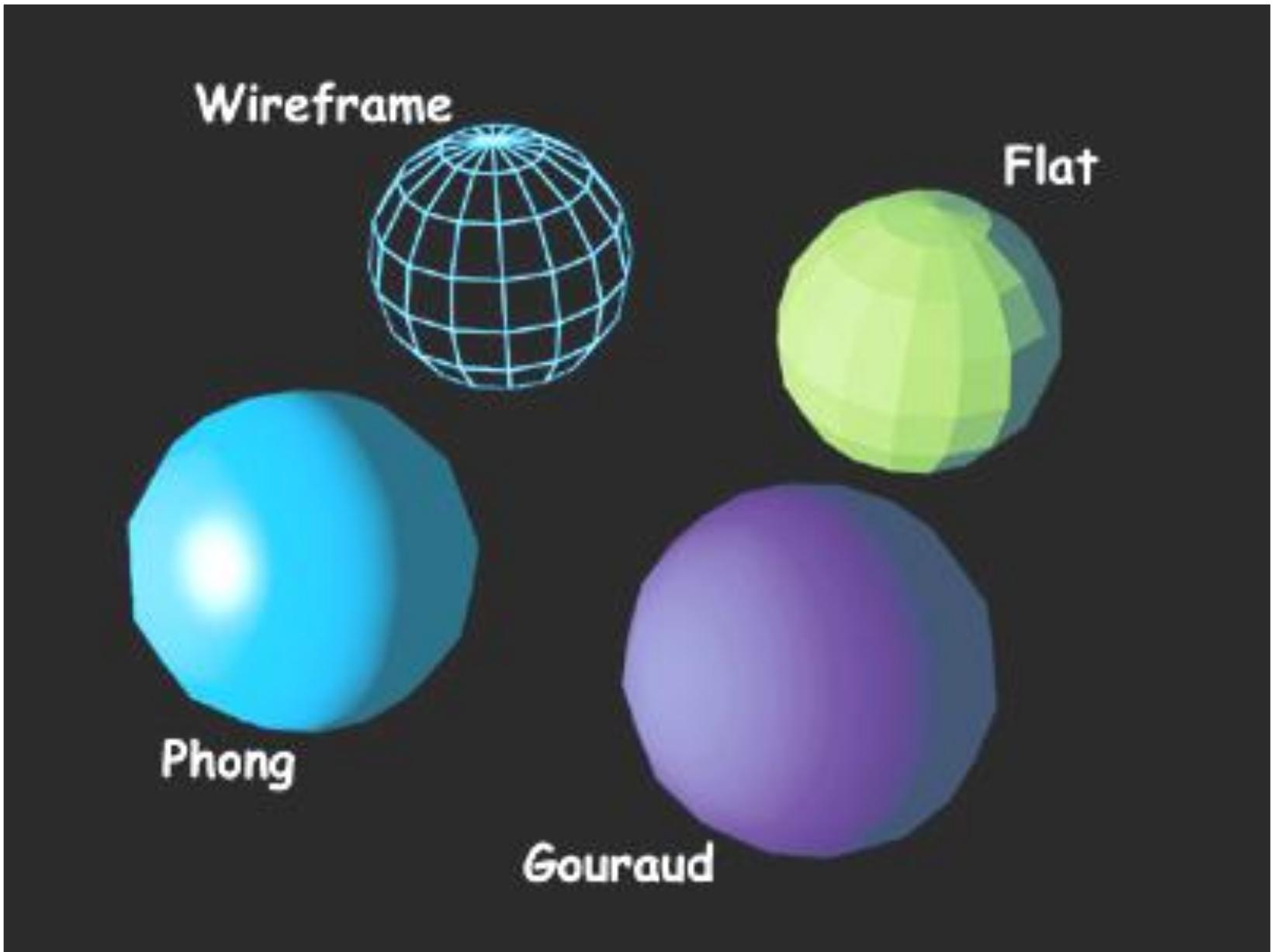
Etap drugi - usuwanie powierzchni niewidocznych

Bufor Z - (ang. Z-buffer) miejsce w pamięci przeznaczone na zapamiętanie aktualnej wartości współrzędnej Z piksela. (głębokość – odległość od powierzchni ekranu) – dla każdego piksela osobno.

Wielkość bufora Z decyduje o precyzji widoczności (obecnie stosuje się Z-bufory 32-bitowe).

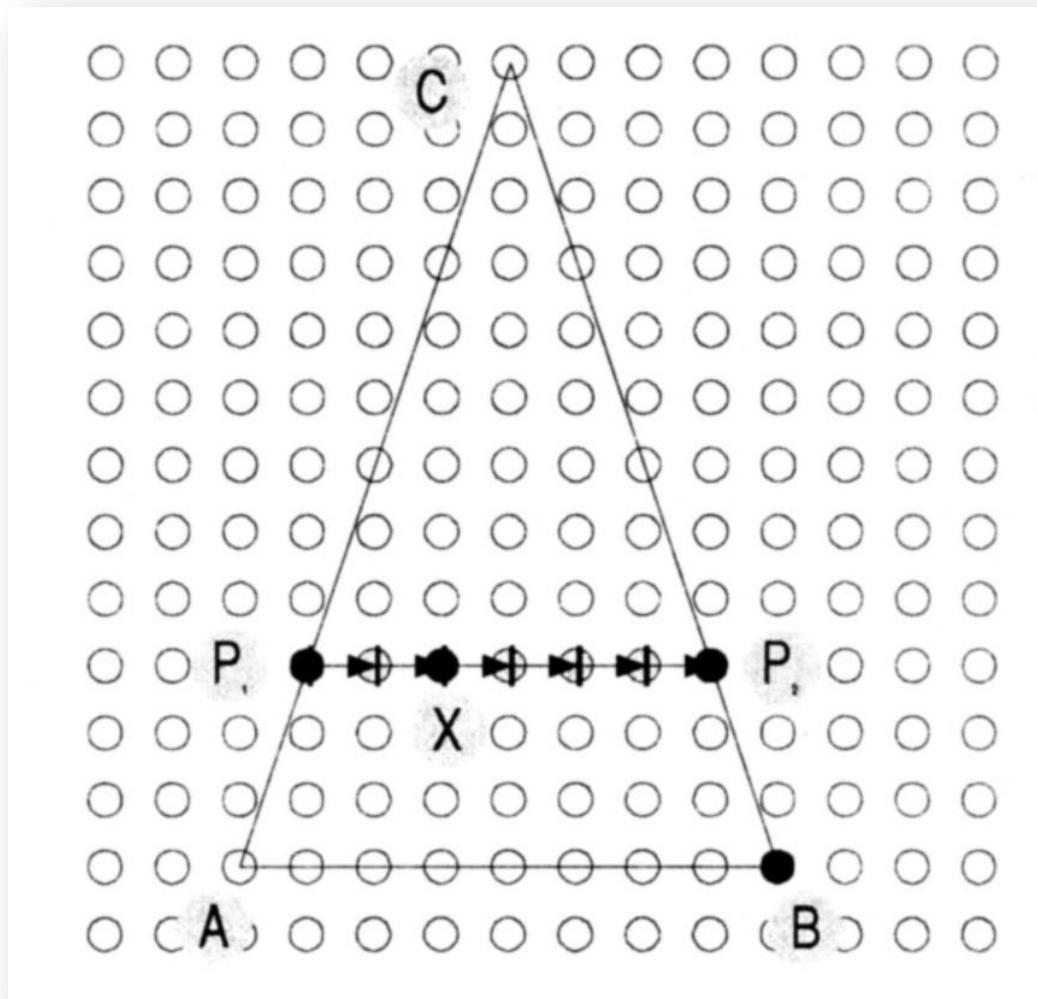


Etap trzeci – cieniowanie (oświetlenie)



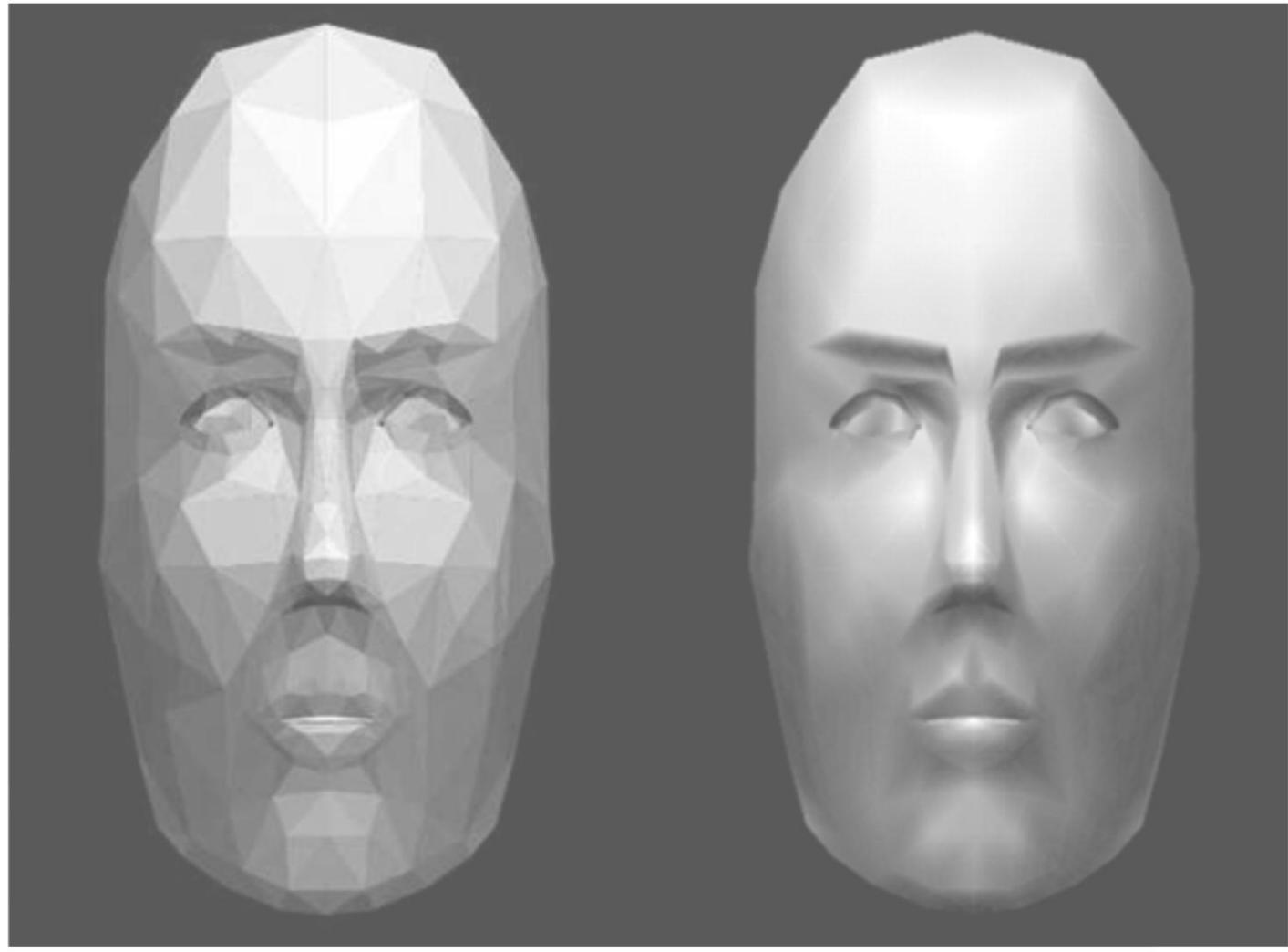
Etap trzeci - cieniowanie

Cieniowanie Gouraud'a - interpolacji jasności. Działanie tego typu algorytmu polega na interpolowaniu wartości natężenia światła między kolejnymi wierzchołkami trójkąta, w jego wnętrzu.



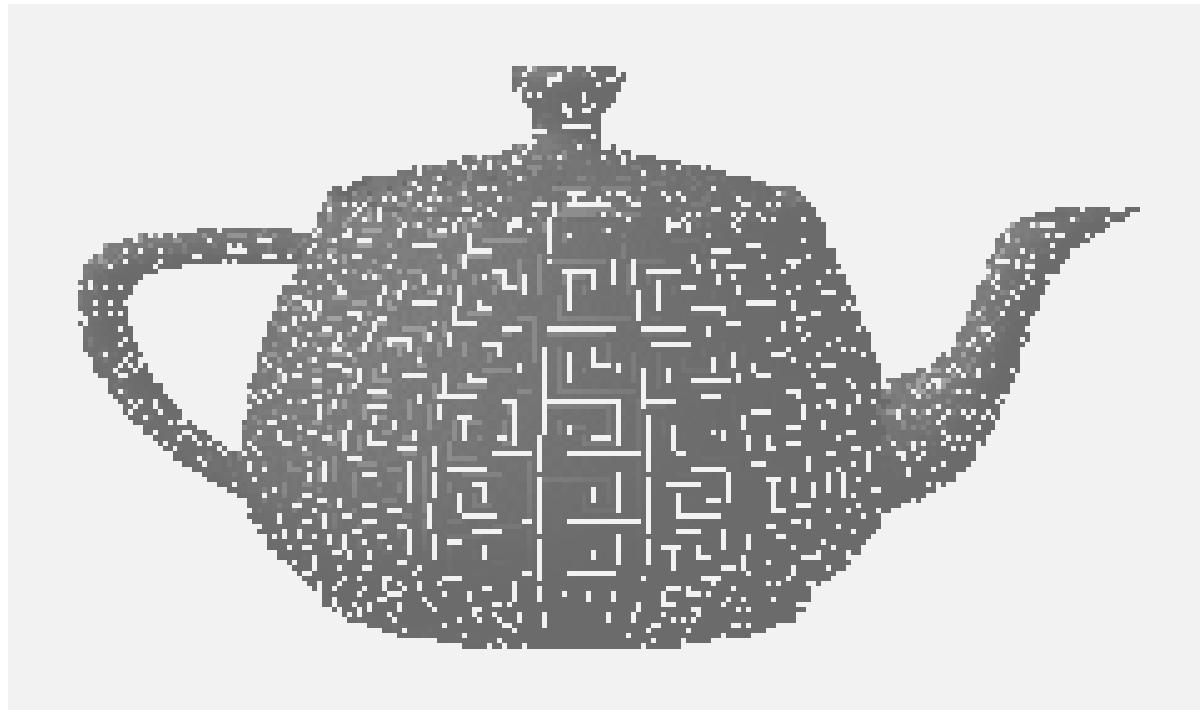
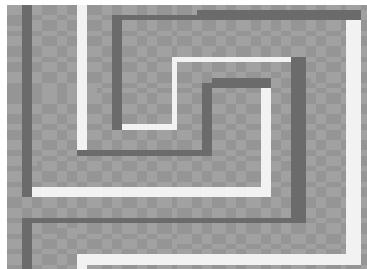
Etap trzeci - cieniowanie

Cieniowanie Goraud'a



Etap czwarty - teksturowanie

Tekstura to funkcja modyfikująca wygląd powierzchni. Ta funkcja może być reprezentowana przez **bitmapę**.



piksel – element obrazu, który wyświetlony zostanie na ekranie.

teksel - „Texture Element” – punkt bitmapy, którą nakładamy na obiekt

Etap czwarty - teksturowanie

Teksturowanie odbywa się w trzech krokach:

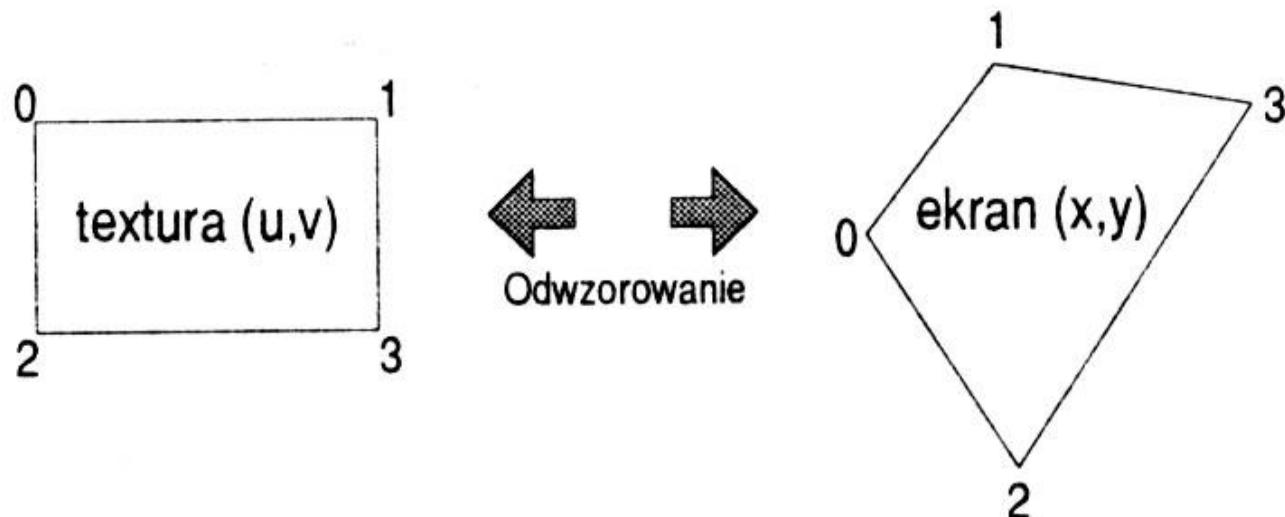
1. **Mapowanie tekstury** (ang. texture mapping) - obliczenie współrzędnych parametrycznych dla każdego wierzchołka obiektu – sposób w jaki tekstura „owija” obiekt.
2. **Filtrowanie tekstury** - obliczenie współrzędnych tekscela tekstyury - powiększanie lub pomniejszanie bitmapy tekstyury.
3. **Nakładanie tekstyury** - modyfikacja koloru pikseli wynikowego obrazu (ekranu)

teksturowanie – mapowanie tekstur

1. Mapowanie tekstur

Głównymi problemami podczas mapowania tekstur są:

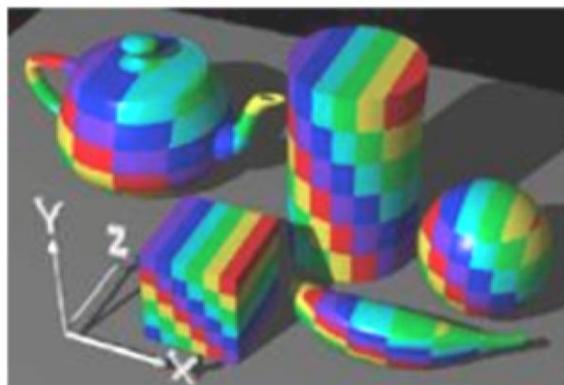
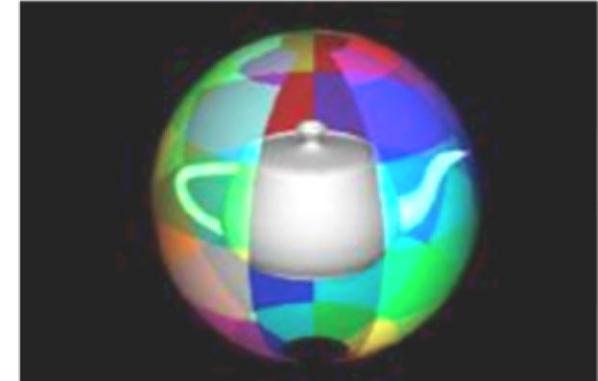
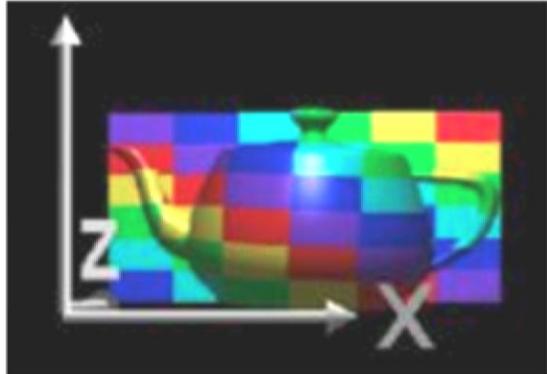
- ✓ Zjawisko skrócenia perspektywicznego
- ✓ Różnica rozmiaru (rozdzielczości) pomiędzy obiektem a bitmapą tekstuury



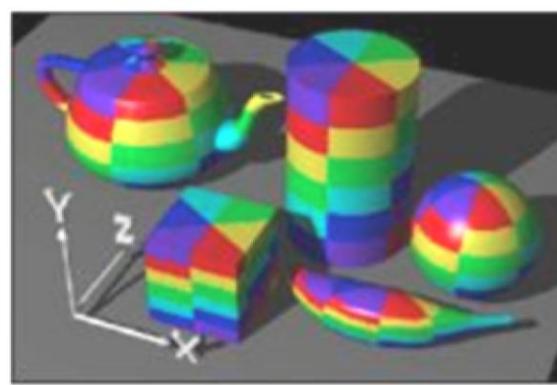
Nakładanie tekstur – korekcja perspektywy

1. Mapowanie tekstur

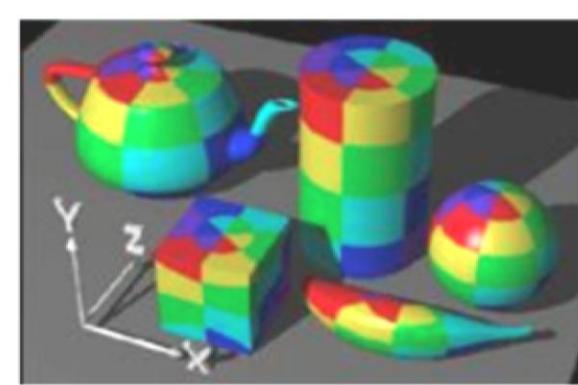
Rodzaje mapowania tekstur



Liniowe



Cylindryczne



Sferyczne

Nakładanie tekstur – sposoby teksturowania

2. Filtrowanie tekstur

Stosowane są cztery podstawowe sposoby filtrowania tekstur:

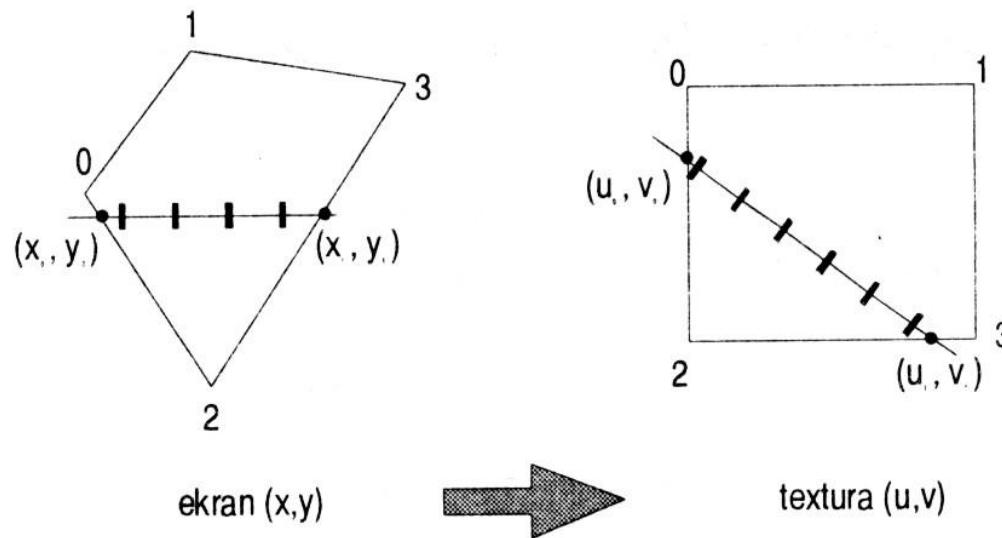
1. Przyporządkowanie najbliższego punktu (Peak Nearest)
2. Filtrowanie bilinearne (Bilinear Interpolation)
3. Filtrowanie trilinearne
4. Filtrowanie anizotropowe

teksturowanie – mapowanie tekstur

2. Filtrowanie tekstur

Odwzorowanie punktu przestrzeni ekranu na punkt przestrzeni tekstuury

Najprostszą, techniką filtrowania tekstur jest przyporządkowanie najbliższego punktu (Peak Nearest)



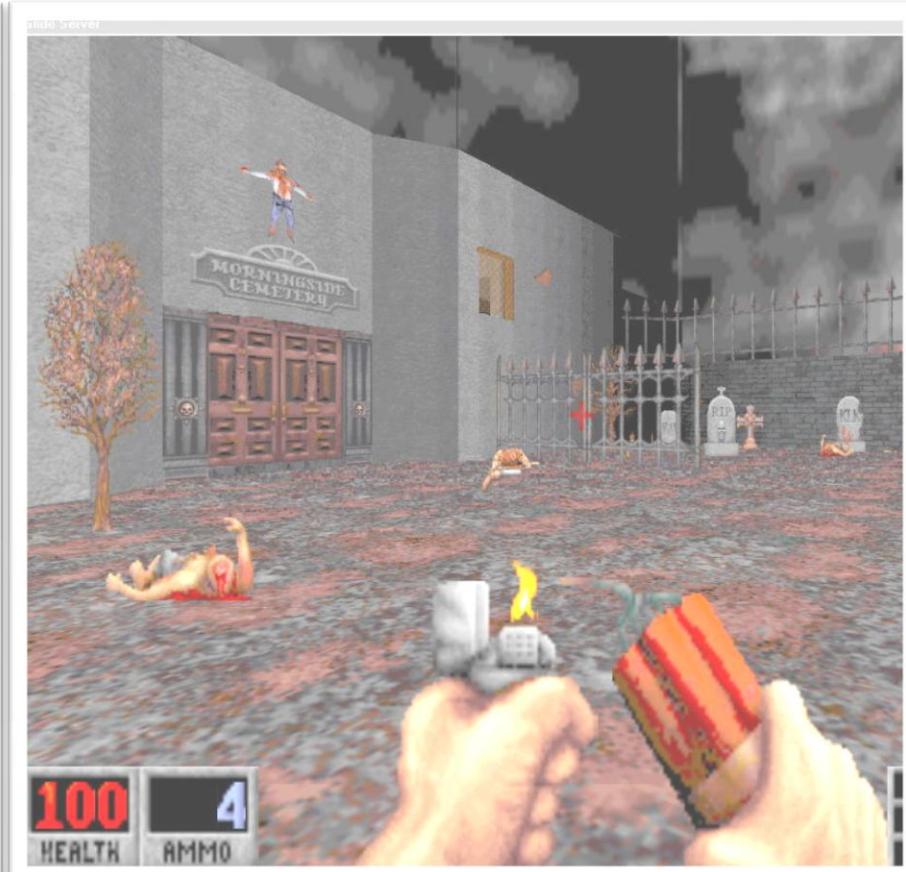
Filtrowanie dwuliniowe (bilinear filtering)



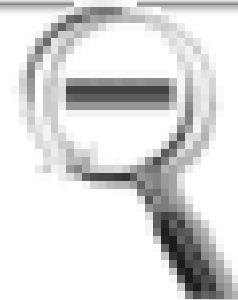
*Przyporządkowanie najbliższego punktu (po lewej)
Filtrowanie bilinearne (po prawej)*



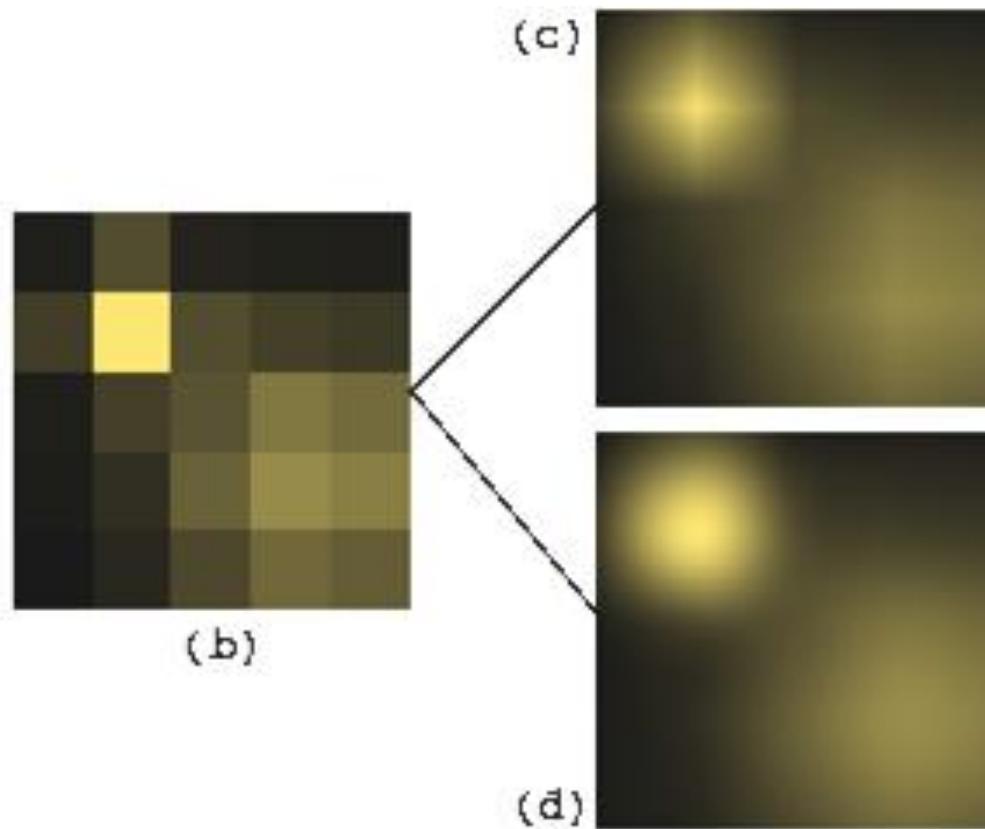
Filtrowanie dwuliniowe (bilinear filtering)



*Przyporządkowanie najbliższego punktu (po lewej)
Filtrowanie bilinearne (po prawej)*



Filtrowanie dwuliniowe, trójliniowe



***Filtrowanie dwuliniowe
(bilinearne)***

***filtrowanie trójliniowe
(trilinearne)***

Istnieją różne metody filtrowania tekstur – różnią się one jakością uzyskanych efektów oraz złożonością obliczeniową.

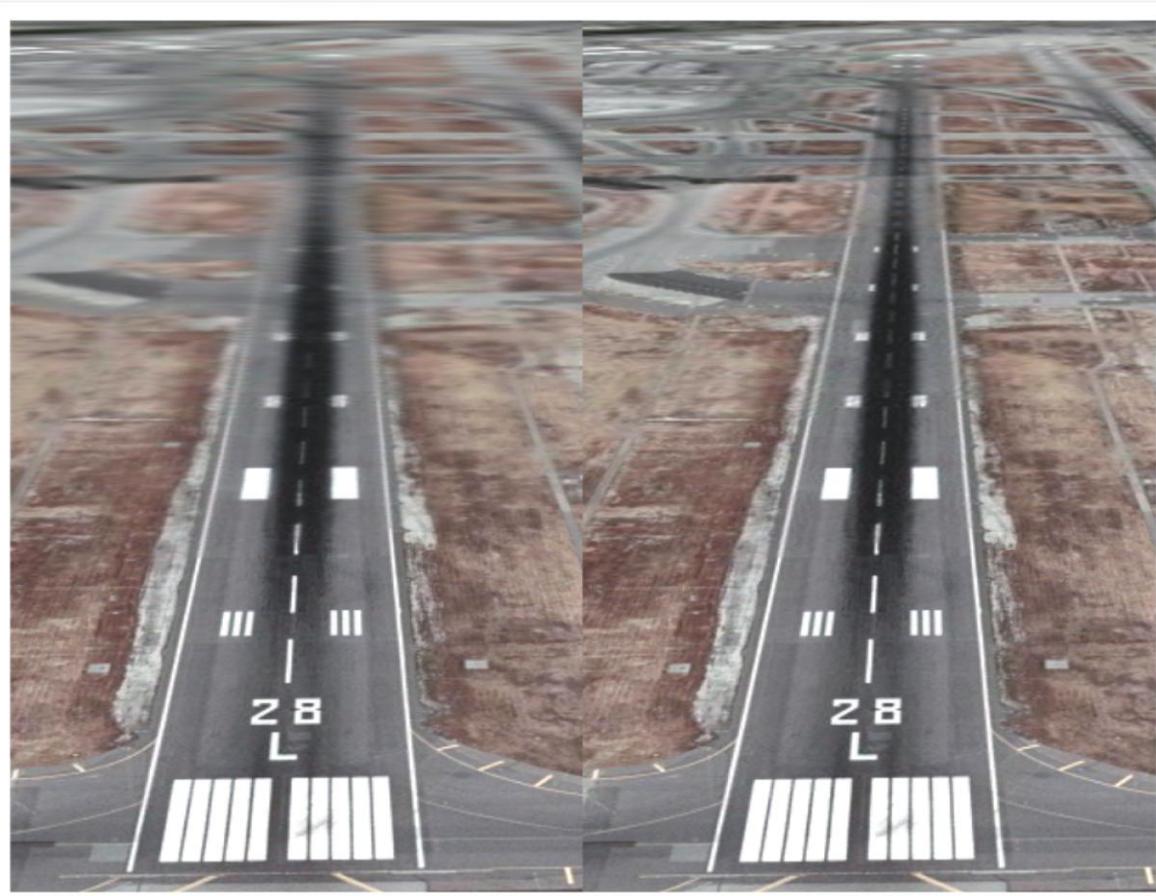
Filtrowanie anizotropowe

Filtrowanie anizotropowe to technika wyostrzania tekstur w trójwymiarowej grafice komputerowej, które znajdują się w dalszej odległości od kamery (lub postaci sterowanej przez gracza).

- ✓ Technika ta jest bardziej zaawansowana niż filtrowanie trilinearne
- ✓ Uśredniane punkty nie układają się w kwadrat ze środkiem w punkcie, dla którego właśnie ustalany jest kolor, lecz w kształt uzależniony od położenia na ekranie teksturowanego przedmiotu.
- ✓ Dzięki takiej technice likwidowane są zniekształcenia tekstur na przedmiotach położonych ukośnie względem płaszczyzny ekranu.

Filtrowanie anizotropowe

Filtrowanie anizotropowe (ang. anisotropic filtering) metoda zapewniająca bardziej realistyczne odwzorowanie powierzchni skośnych, znajdujących się pod dużymi kątami.



filtrowanie trójliniowe

filtrowanie anizotropowe

Grafika 3D – Efekty specjalne

W celu poprawienia realizmu uzyskanego obrazu stosuje się szereg dodatkowych technik i filtrów.

- ✓ **MIP mapping** - technika nakładania tekstur polegająca na przygotowaniu zestawu wstępnie przeskalowanych tekstur i dobieraniu właściwej – zależnie od odległości.
- ✓ **Bump Map** – symulowanie powierzchni o wypukłej (tłoczonej) fakturze – ta sama mapa nakładana jest dwukrotnie, z tym, że za drugim razem wprowadzane jest lekkie przesunięcie (zależne od oświetlenia)
- ✓ **Environment Map** – symulacja błyszczących powierzchni w których odbija się otoczenie – algorytm ten pochłania ogromne ilości mocy obliczeniowej, gdyż współrzędne tekstur nie mogą być przypisane do wierzchołków trójkątów, ale są liczone dynamicznie dla każdej renderowanej sceny

Grafika 3D – Efekty specjalne

- ✓ **Mgła (fog)** – polega na sterowaniu współczynnikiem przejrzystości tekstur (blending)
- ✓ **Lighting Map** – symuluje odblaski rzucane na otoczenie przez silne źródło światła
- ✓ **Cienie** – symulacja sieni rzucanych przez obiekty również wymaga podwójnego, dynamicznego teksturowania
- ✓ **Alpha Blending** - przejrzystość obiektów – wykorzystuje mechanizm mieszania barw; operacja ta polega na manipulacji barwą piksela już obliczonego i spoczywającego w pamięci obrazu; jego parametry są pobierane i mieszane z innym kolorem
- ✓ **Depth Cueing** – Stopniowe obniżenie jasności obiektów w miarę oddalania się od obserwatora

MIP Mapping

MIP mapping (Multum in Parvam) - z łac. „wiele w niewielu” - technika nakładania tekstur polegająca na przygotowaniu zestawu wstępnie przeskalowanych tekstur i dobieraniu właściwej – zależnie od odległości obiektu od obserwatora.



Poziom 0 - 128x128



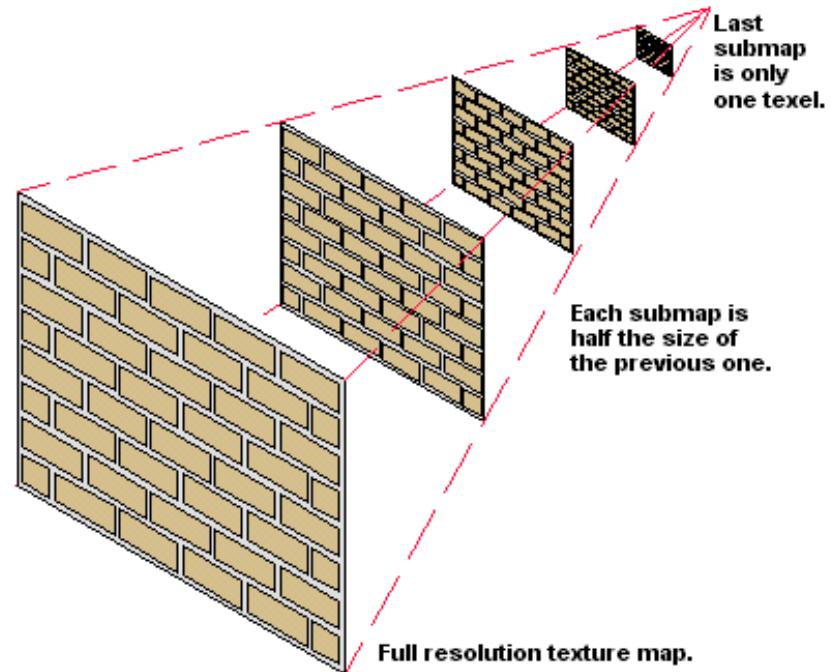
Poziom 1 - 64x64



Poziom 2 - 32x32

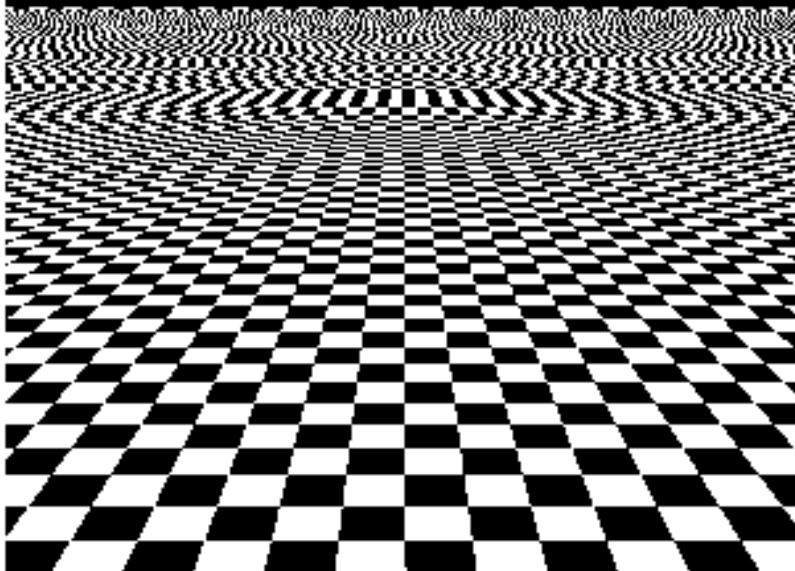


Poziom 3 - 16x16

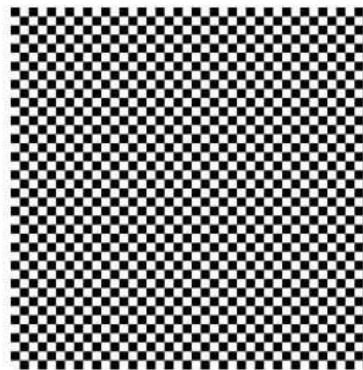
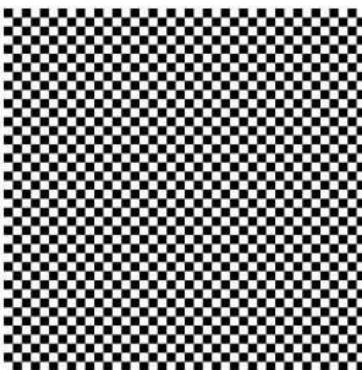
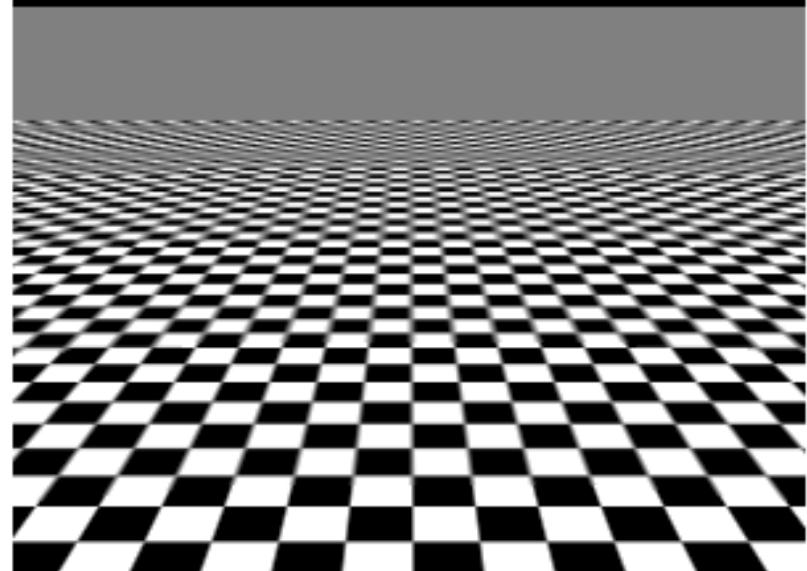


MIP Mapping

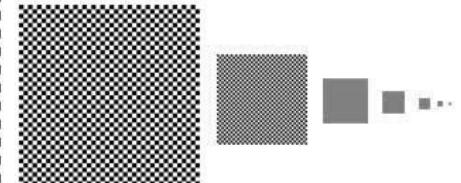
płaszczyzna poteksturowana
bez mipmappingu



płaszczyzna poteksturowana z
zastosowaniem mipmappingu



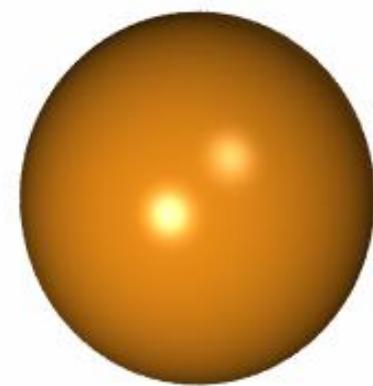
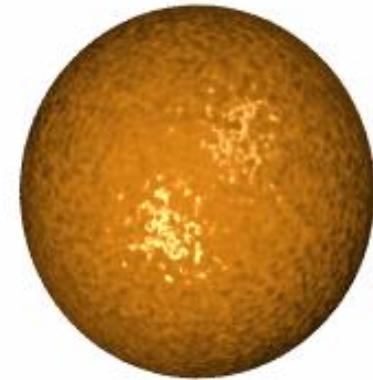
<https://pl.wikipedia.org/wiki/Mipmapping>



Mapowanie wypukłości (bump mapping)

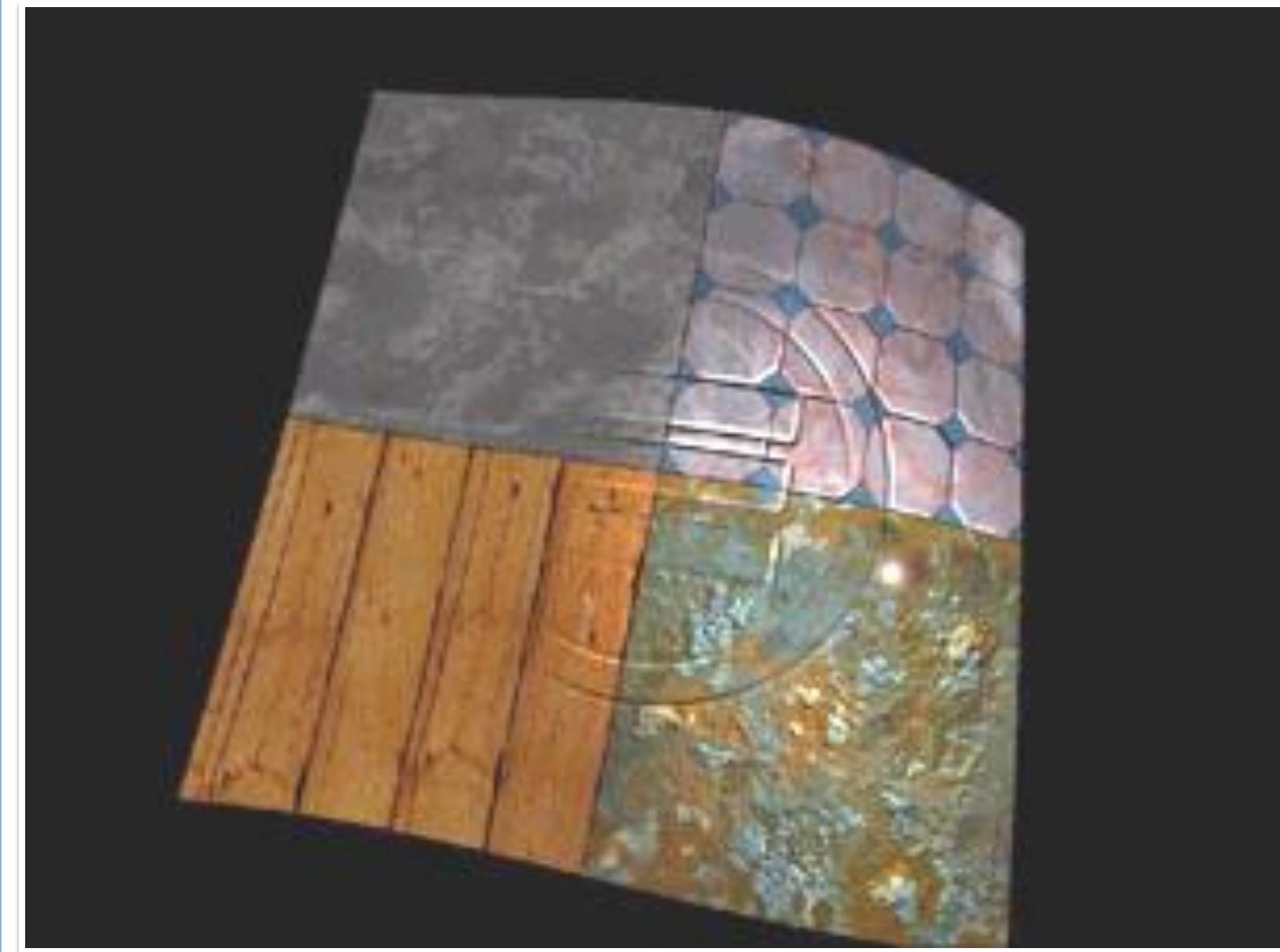
Bump Mapping - **mapowanie wypukłości** – w grafice 3D technika teksturowania, która symuluje niewielkie wypukłości powierzchni, bez ingerencji w geometrię obiektu trójwymiarowego.

- ✓ Technika polega na użyciu tekstury, która nie jest jednak bezpośrednio wyświetlana, ale powoduje lokalne zakłócenia (obrót) wektora normalnego.
- ✓ Rezultatem zakłóceń jest pojawienie się na obrazie złudzenia nierówności powierzchni.
- ✓ Efekt jest bardzo przekonujący, większość ludzi nie zwraca uwagi na fakt, że brzegi obiektu pozostały "niezakłócone".



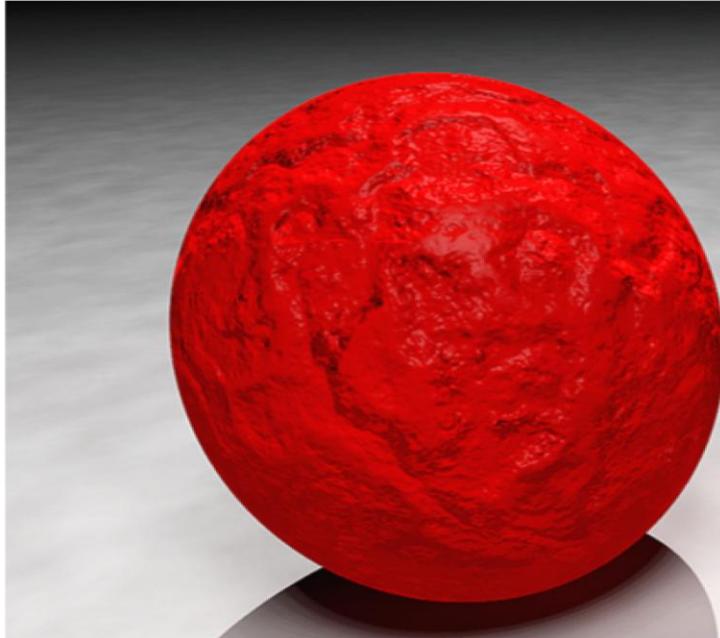
Źródło rysunku:
Wikipedia

Mapowanie wypukłości (bump mapping)



Mapowanie wypukłości (bump mapping)

Bump mapping nie zmienia geometrii obiektu



Prosta kulka
z nałożoną
mapą wypukłości

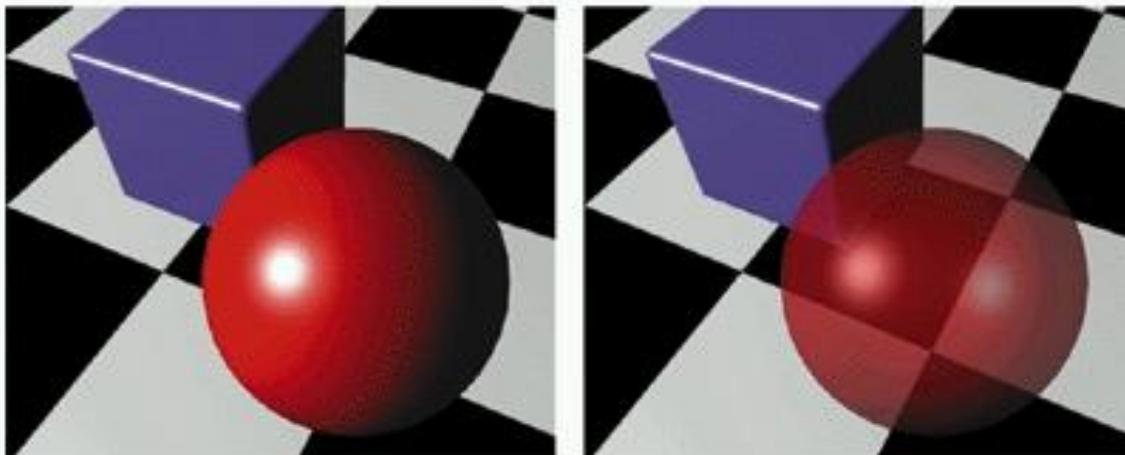


Obiekt pokryty zwykłą
czerwoną teksturą,
ale za to o skomplikowanym
kształcie

Źródło: Wikipedia

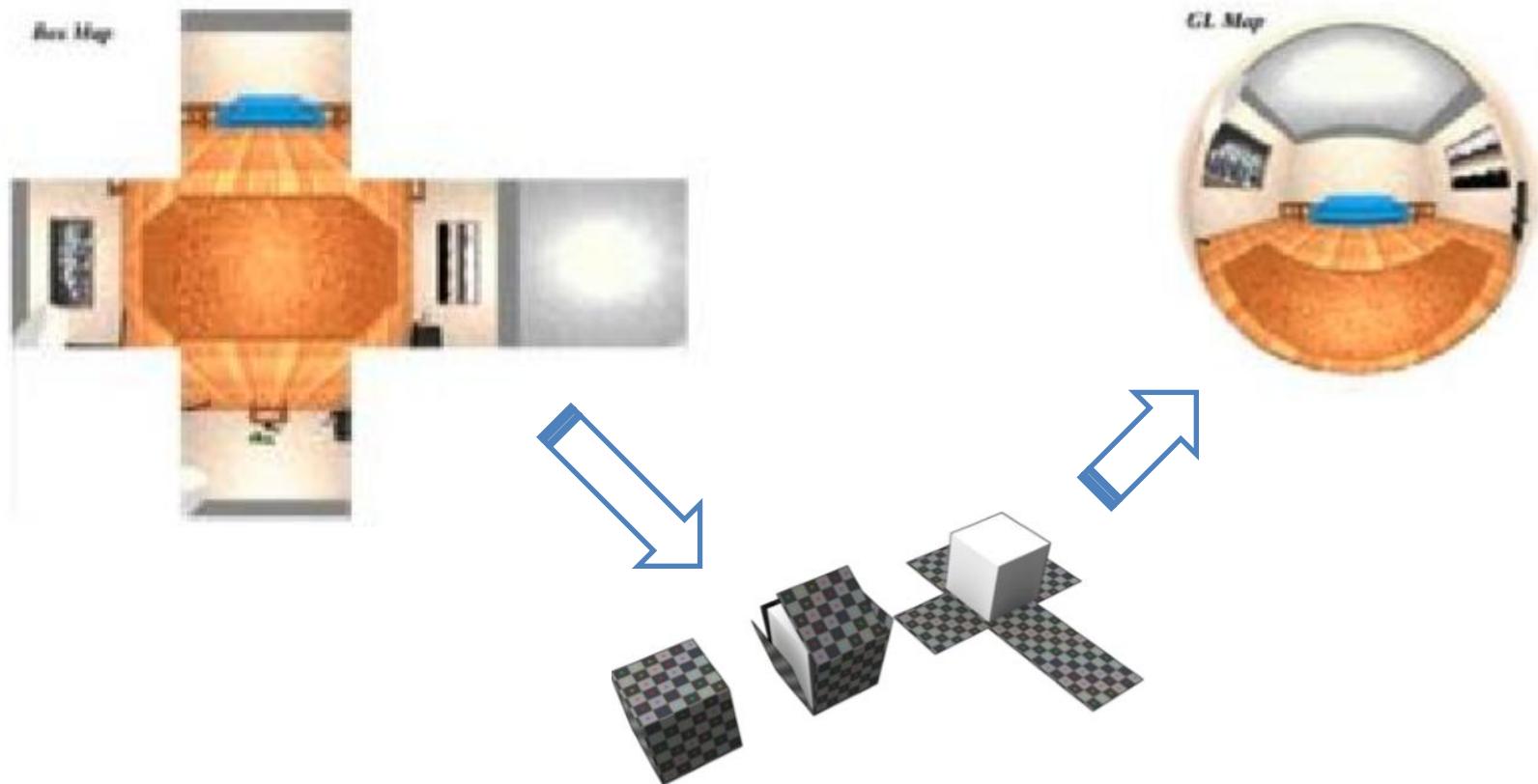
Grafika 3D – Efekty specjalne

Kanał alfa (przezroczystość) - (ang. **alpha blending**) w grafice komputerowej jest kanałem, który definiuje przezroczyste obszary grafiki. Wartość zerowa oznacza całkowitą przezroczystość, zaś maksymalna - pełne zabarwienie.



Grafika 3D – Efekty specjalne

Mapowanie środowiska (ang. **Environment Mapping**) - wykorzystanie tekstuury do aproksymacji powierzchni odbijających.



Grafika 3D – Efekty specjalne

Mapowanie środowiska (ang. Environment Mapping)



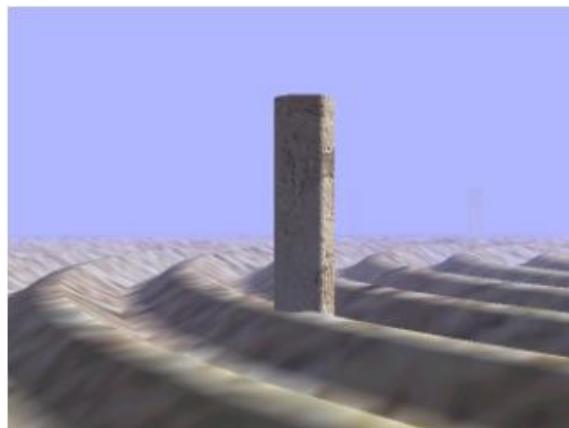
Grafika 3D – Efekty specjalne

Mgła (fog) – polega na sterowaniu współczynnikiem przejrzystości tekstur (blending)

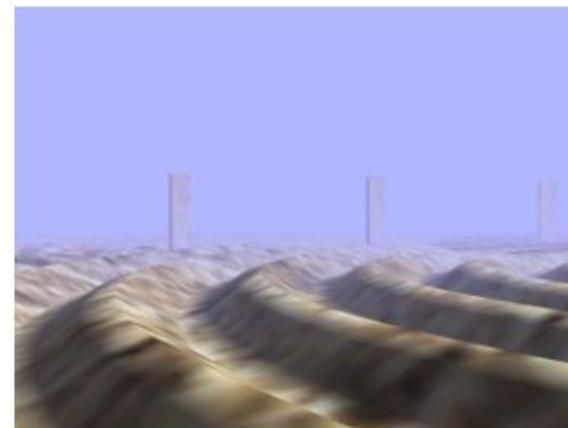
Mgła jest dość prostym efektem dodającym w niektórych przypadkach realizmu grze, ale właściwym jej zastosowaniem jest zakrycie najbardziej oddalonych obiektów - ponieważ nie są widoczne, nie trzeba ich obliczać.

Mgłę dzielimy na:

- **Liniową** (najszybsza)
- **Logarytmiczną** (bardziej realistyczna)
- **Tabelaryczną** (jej gęstość określana jest przez programistę)



Mgła liniowa



Mgła wykładnicza

Grafika 3D – Efekty specjalne

Lighting Mapping – symuluje odblaski rzucane na otoczenie przez silne źródło światła



Tekstura
(bazowa)



Mapa
oświetlenia



Wynikowa
tekstura

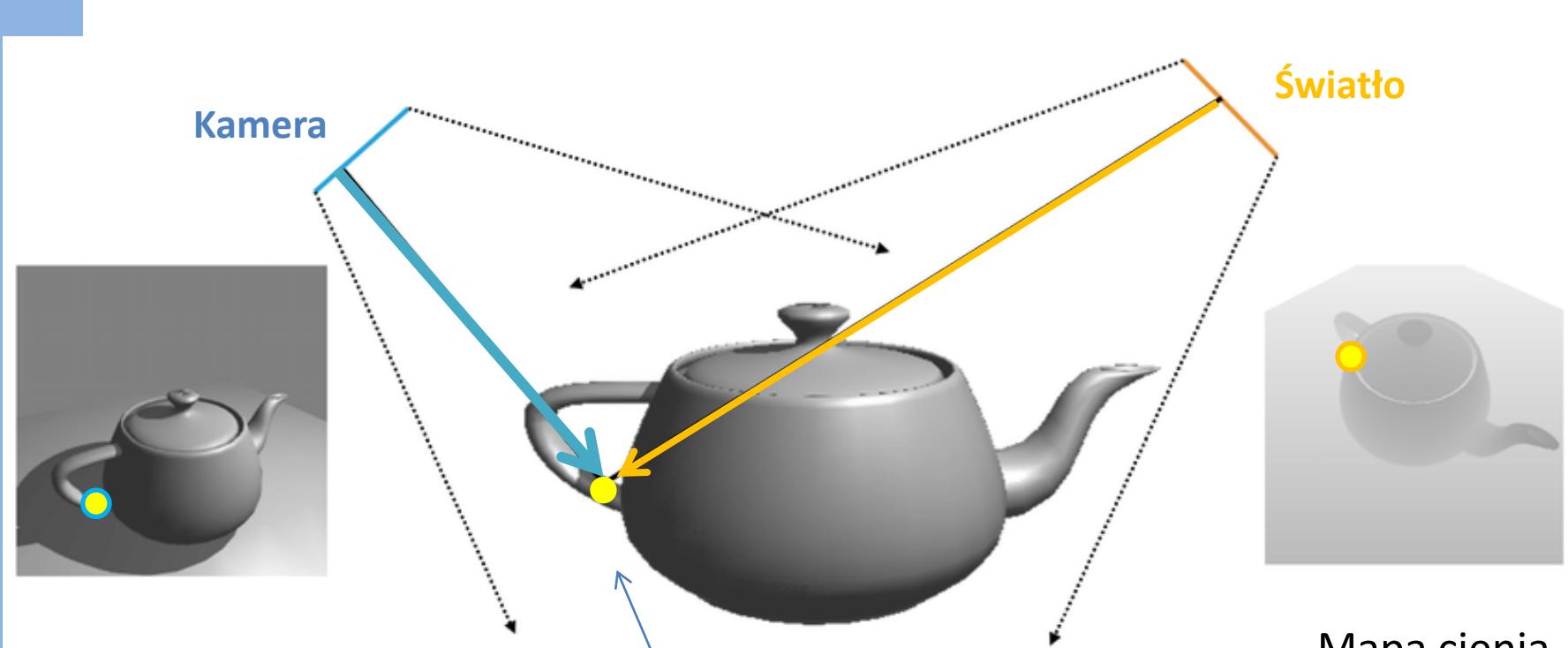
Cienie

Najpopularniejszą techniką tworzenia cieni obiektów jest **Shadow Mapping** – symuluje rzucane na otoczenie przez źródło światła

1. Kamera ustawiana jest w miejscu źródła światła
2. Renderowany jest uproszczony (o małej rozdzielczości) monochromatyczny obraz sceny – shadow mapa
3. Dla każdego piksela obrazu wynikowego znajdowany jest jego odpowiednik na mapie cienia i – w ten sposób sprawdza się czy piksel jest w cieniu
 - widoczny dla źródła światła - oświetlony
 - niewidoczny dla źródła - światła leży w cieniu

.. i tak dla każdego źródła światła

Cienie



Renderowany obraz
(widziany przez kamerę)

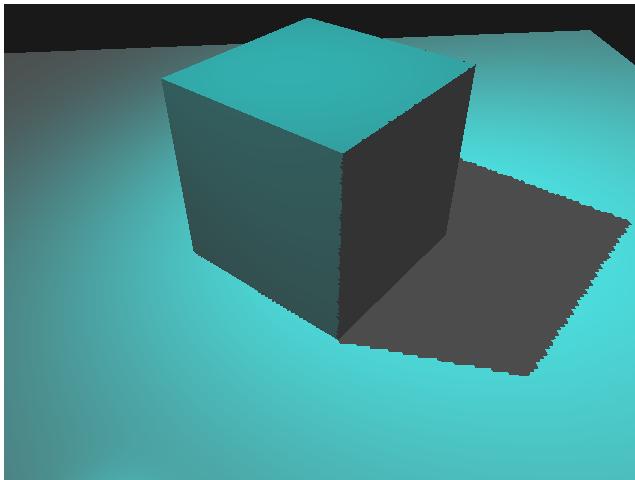
Badany punkt
(dla obu widoków)

Mapa cienia
(scena „widziana”
przez źródło światła)

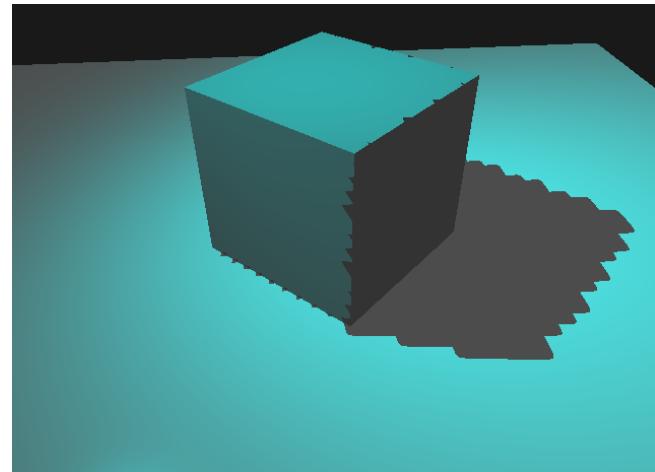
Procedurę powtarzamy dla
każdego piksela
renderowanego obrazu dla
wszystkich źródeł światła

Cienie

Mapa cienia renderowana jest w niższych rozdzielczościach (np. 1024x1024 lub niższych) – jej rozdzielcość to główny parametr sterujący jakością cieni (niestety także obliczeniochłonnością gry)



Shadow map: 640 * 480



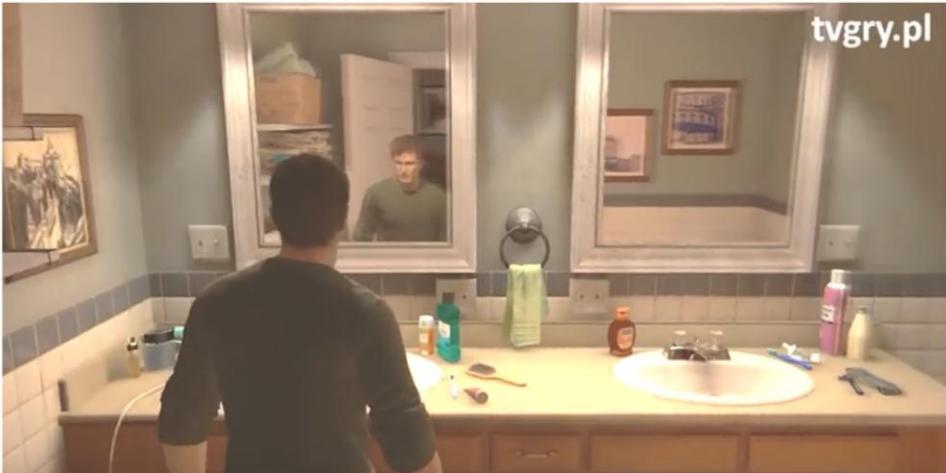
Shadow map: 160 * 120

Lustra w grach

Lustra w grach realizowane są na trzy sposoby:

1. lustro jest „oknem” do drugiej sceny, która jest **lustrzanym** odbiciem głównej (wada – duża złożoność sceny)
2. Za lustrem jest umieszczona druga kamera – wyrenderowany na jej podstawie obraz wstawiany jest jako tekstura w obraz z głównej kamery. Wadą jest duża obliczeniochłonność, kompensowana zmniejszeniem rozdzielczości obrazu w lustrze).
3. Rozwiązanie bazujące na Mapowaniu środowiska (ang. Environment Mapping) – przy wczytywaniu lokacji przygotowywana jest tapeta (scena widziana sferycznie z miejsca gdzie jest lustro). Tapeta mapowana jest na lustro. To rozwiązanie ma dużą wadę – gracz się w takim lustrze nie odbija ;)

Lustra w grach



Za lustrem jest scena
symetryczna do głównej



Kamera z za lustra
– rozpoznawalne po
mniejszej rozdzielczości
obrazu w lustrze

Lustra w grach



Mapowanie
środowiskowe, czyli
lustra w którym się nie
odbijasz

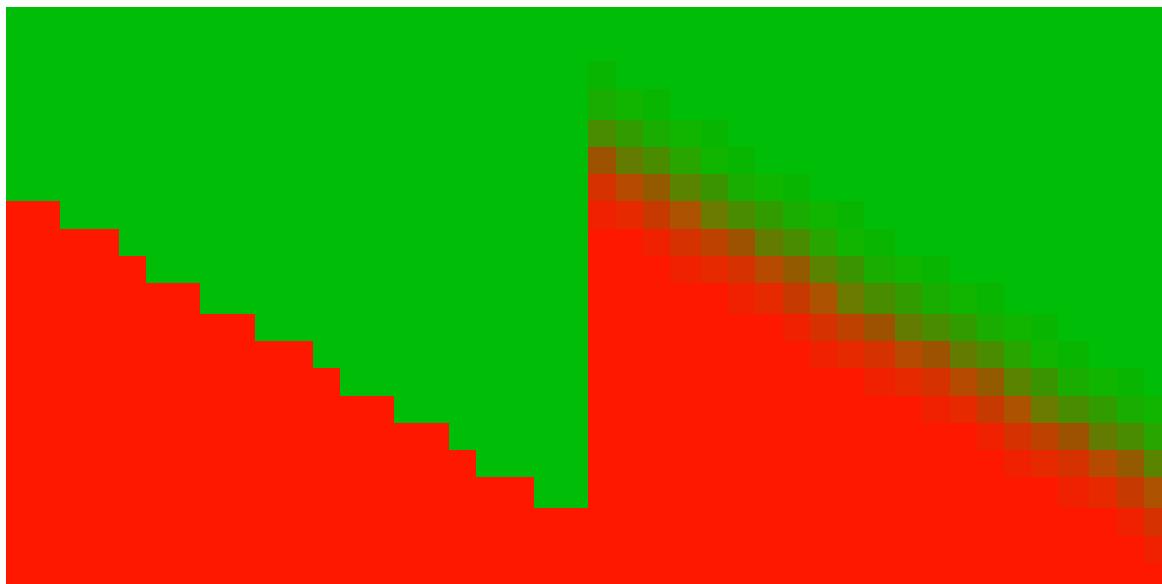
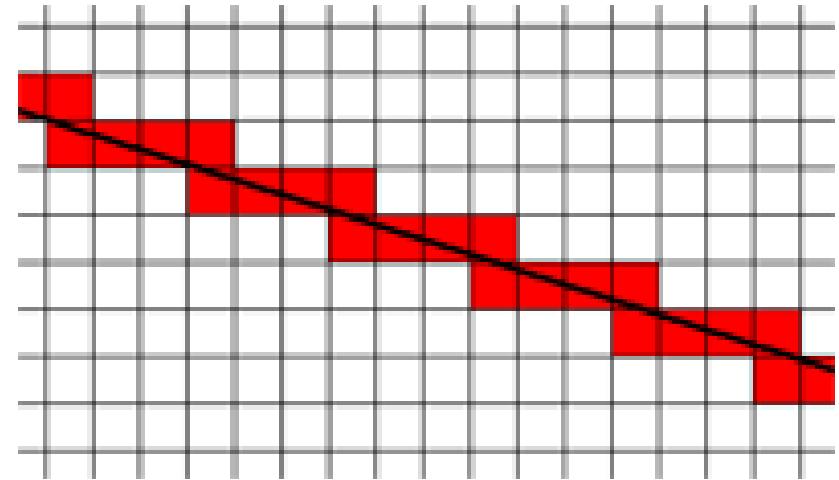


No i oczywiście lustra
zepsute...

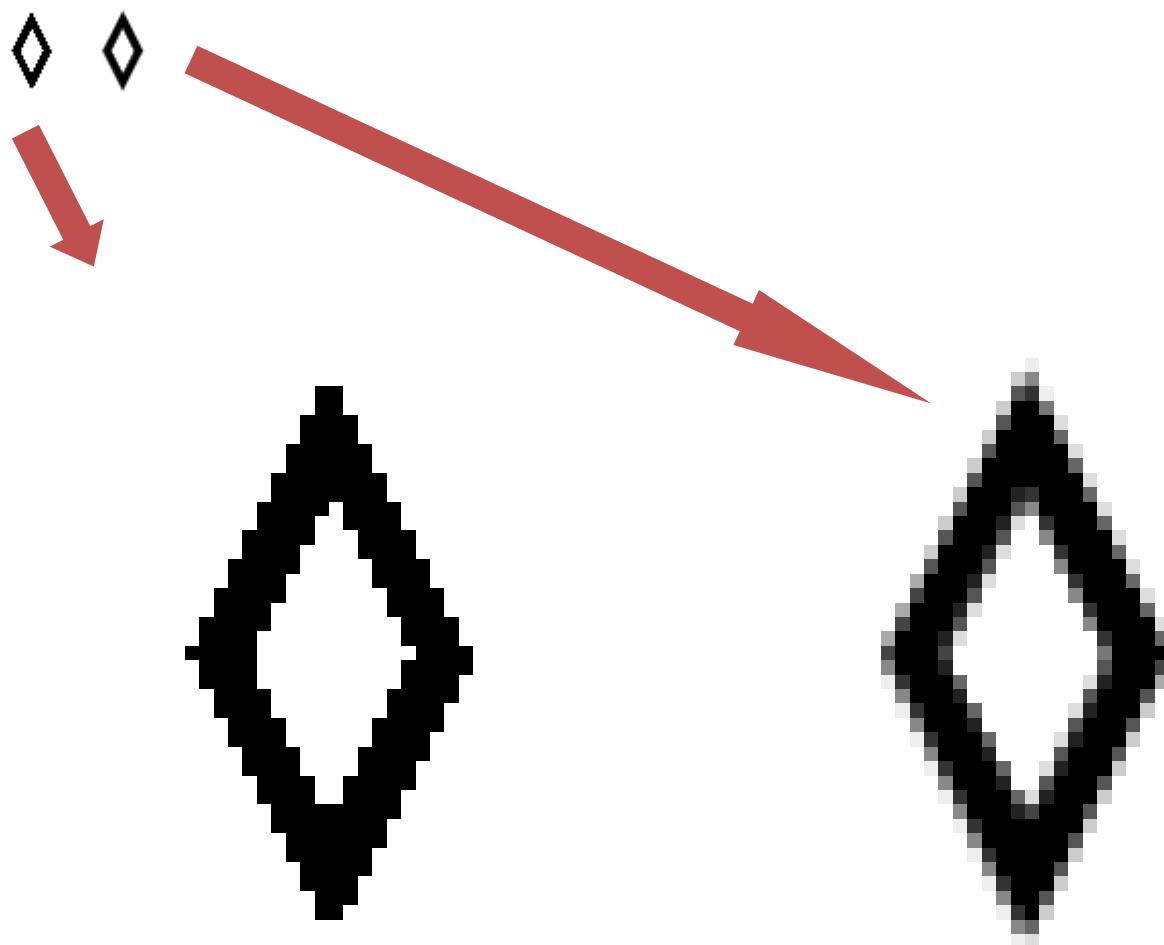
.. bo przecież jak lustra
jest pęknięte to już nic
się w nim nie odbija ☺

Anti-Aliasing

Full Scene Anti-Aliasing to mechanizm którego zadaniem jest wygładzanie krawędzi ukośnych na całej powierzchni ekranu



Anti-Aliasing



Film – na czym polega kodowanie i dekodowanie obrazu ruchomego

Rzadziej wymienianym, lecz istotnym zadaniem współczesnych kart graficznych jest wspomaganie dekodowania filmów.



Kompresja obrazu

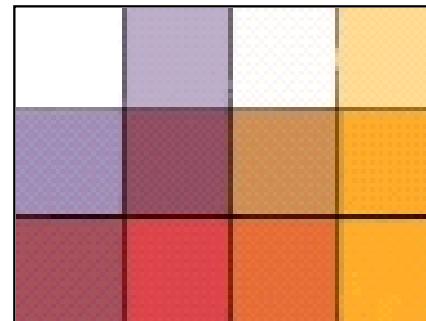
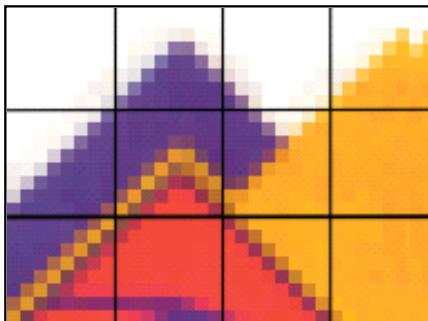
Obraz jest konwertowany z kanałów czerwony-zielony-niebieski (RGB) na jasność (luminancję) i 2 kanały barwy (chrominancje). Ludzie znacznie dokładniej postrzegają drobne **różnice jasności** od drobnych **różnic barwy**, a więc użyteczne jest tutaj użycie różnych parametrów kompresji. Krok nie jest obowiązkowy (opcjonalnie można go pominąć).



Kompresja obrazów - algorytm JPEG

Wstępnie odrzucana jest część pikseli kanałów barwy, ponieważ ludzkie oko ma znacznie niższą rozdzielcość barwy niż rozdzielcość jasności. Można nie redukować wcale, redukować 2 do 1 lub 4 do 1.

Kanały są dzielone na bloki 8x8. W przypadku kanałów kolorów, jest to 8x8 aktualnych danych, a więc zwykle 16x8.





Kompresja obrazów - algorytm JPEG

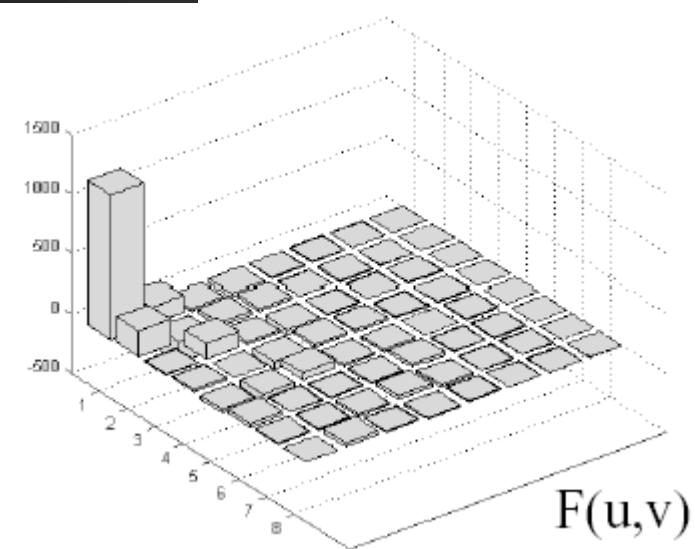
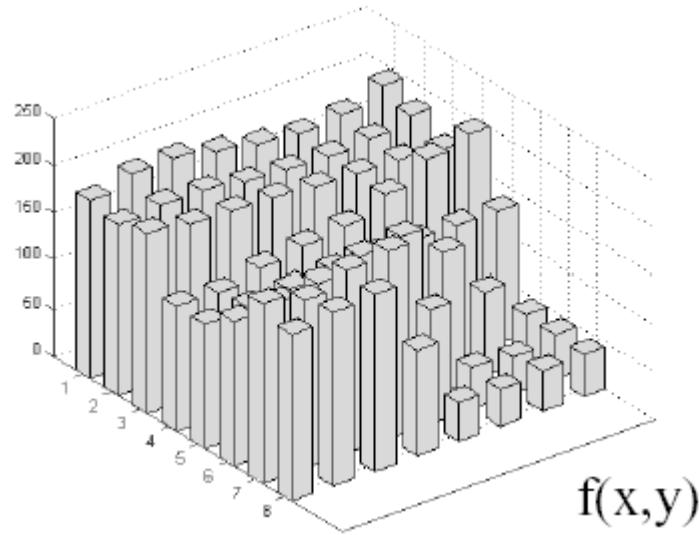
Na blokach wykonywana jest dyskretna transformacja kosinusowa (DCT). Zamiast wartości pixeli mamy teraz średnią wartość wewnętrz bloku oraz częstotliwości zmian wewnętrz bloku, obie wyrażone przez liczby zmiennoprzecinkowe. Transformata DCT jest odwracalna, więc na razie nie tracimy żadnych danych.

Zastąpienie średnich wartości bloków przez różnice wobec wartości poprzedniej. Poprawia to w pewnym stopniu współczynnik kompresji.



Kompresja obrazów - algorytm JPEG

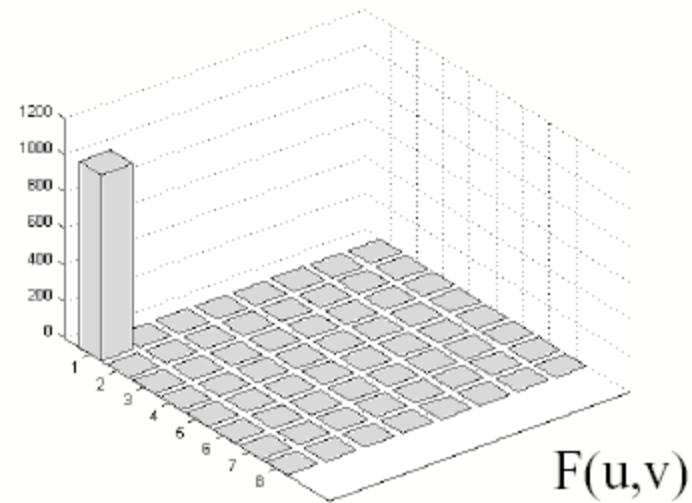
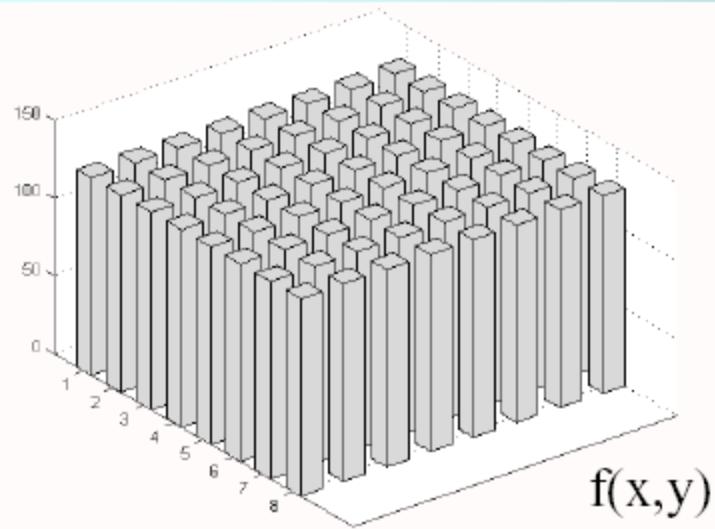
Przykłady transformaty DCT obrazów





Kompresja obrazów - algorytm JPEG

Przykłady transformaty DCT obrazów





Kompresja obrazów - algorytm JPEG

Kwantyzacja, czyli zastąpienie danych zmiennoprzecinkowych przez liczby całkowite. To właśnie tutaj występują straty danych. Zależnie od parametrów kompresora, odrzuca się mniej lub więcej danych. Zasadniczo większa dokładność jest stosowana do danych dotyczących niskich częstotliwości niż wysokich.

Współczynniki DCT są uporządkowywane zygzakowato, aby zera leżały obok siebie.

Współczynniki niezerowe są kompresowane algorytmem Huffmana. Są specjalne kody dla ciągów zer.

Kompresja filmu

Film – ile klatek na sekundę?

Impulsy świetlne działają na komórki nerwowe jeszcze przez kilka ułamków sekundy po ustąpieniu faktycznego zjawiska, przez co przy następujących szybko po sobie obrazach (**od około 15 na sekundę**), obserwowanych w odpowiedniej kolejności, uzyskujemy wrażenie obrazu ruchomego.

Stąd dolna granica to ok 15 k/s;

Kino – 24 k/s

TV – 25 k/s

Monitor analogowy – 25 do 60 k/s

Monitor LCD – 60 k/s

HDTV – 25 do 60 k/s

Kompresja filmu

- ✓ W technikach kompresji obowiązuje przede wszystkim zasada mówiąca, że zlikwidowanie redundantnej informacji jest sprawą zasadniczą.
- ✓ Przy wartościowaniu informacji uwzględnia się też fizjologiczne aspekty postrzegania.
 - Rozdzielcość zakresu barw może być niższa niż rozdzielcość zakresu jaskrawości.
 - Wartości kolorów mogą być traktowane nierównomiernie.
 - W centrum ekranu nieścisłości w odtwarzanym obrazie będą się bardziej rzucały w oczy niż na jego obrzeżach. W związku z tym zmniejszona jakość odtworzenia będzie mniejauważalna na peryferiach ekranu, niż w jego centrum.

Szacowanie ruchu (motion compensation)



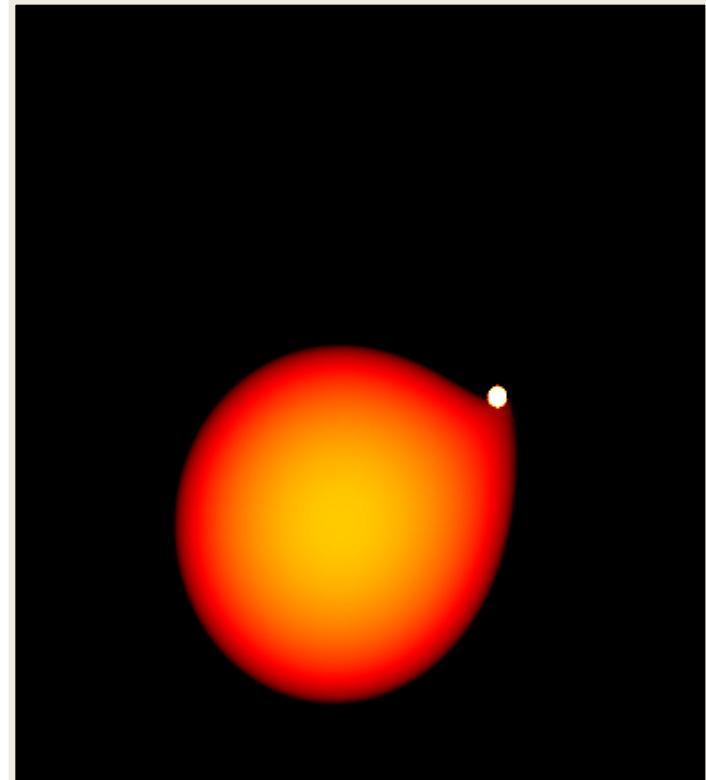
Przy JPEG umyka nam jednak ważny aspekt obrazu ruchomego, a mianowicie fakt znacznego **wzajemnego podobieństwa kolejnych klatek**.

- ✓ Niezbędne jest więc zastosowanie kompresji, dzięki której te nadmiarowe informacje zostałyby wyeliminowane.
- ✓ Takie działanie pozwala na 3-4krotne zwiększenie współczynnika kompresji i osiągnięcie wartości od 150:1 do 200:1

Szacowanie ruchu (motion compensation)



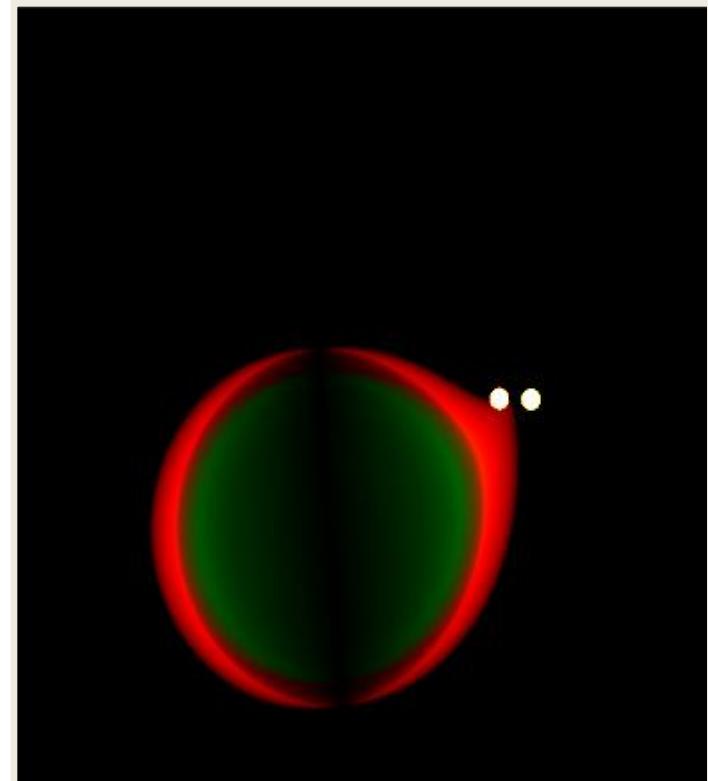
Podobieństwa pomiędzy ramkami



Szacowanie ruchu (motion compensation)



Podobieństwa pomiędzy ramkami



Szacowanie ruchu – kompresja międzyklatkowa



Wychwytywanie zmian pomiędzy poszczególnymi klatkami, które wynikają z przesunięcia obiektów.

Zalety:

- pozwala na znacznie lepszą kompresję dzięki zredukowaniu ilości informacji opisujących różnice pomiędzy klatkami.

Wady:

- wymaga czasochłonnych obliczeń,
- wymaga dostarczenia bloku danych „naprzód”

Kompresja MPEG



MPEG-1 to stary standard kompresji danych audiowizualnych do zastosowań multimedialnych.

- ✓ **Strumień danych** MPEG-1 może zawierać zakodowaną (skompresowaną) sekwencje **wideo, dźwięk** lub obydwa te składniki jednocześnie.
- ✓ **Strumienie wizyjny i dźwiękowy są dzielone na tzw. ramki** (krótkie fragmenty), które mogą być przeplatane między sobą w celu uzyskania synchronizacji obrazu i dźwięku.
- ✓ **Kompresja danych jest stratna**, tzn. wprowadza nieodwracalne zniekształcenia (to cena, jaką płacimy za silną kompresję). Im większy stopień kompresji, (czyli mniejsza objętość wynikowego strumienia/pliku) tym gorsza jakość zrekonstruowanego sygnału.



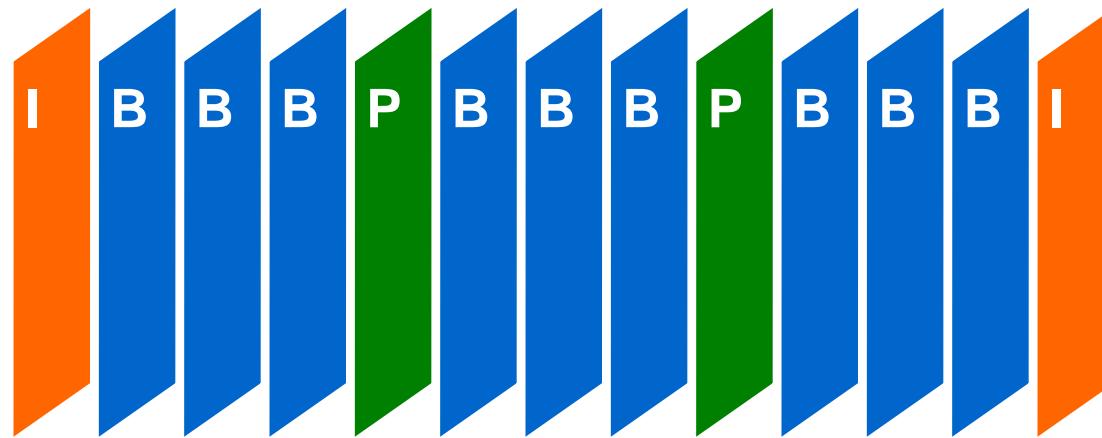
Kompresja MPEG

- ✓ MPEG „wychwytuje” ruch **wewnątrz bloków o rozmiarach 16 na 16 pikseli** i koduje go w postaci wektorów ruchu.
- ✓ Na podstawie tych wektorów system dekompresujący jest w stanie **przewidzieć kolejną klatkę**.
- ✓ Ażeby nie dopuścić do **zfałszowania obrazu w trakcie dekompresji**, do systemu dekodującego przekazywane są również dane o rzeczywistym wyglądzie klatki.
- ✓ Aby zyskać na rozmiarze danych, przekazywane są jedynie **te z nich, które różnią się od przewidywanych**. Te dane różnicowe, informujące o odchyleniach obrazu rzeczywistego od przewidzianego określa się błędem MCPE (*Motion-Compensation-Prediction-Error*).

Kompresja MPEG



Sekwencja ramek w MPEG



Kompresja MPEG



Ramki I – kodowane niezależnie od reszty danych wideo
(stanowią one punkty swobodnego dostępu),
kompresowane są w najmniejszym stopniu.

Ramki P – kodowane na podstawie predykcji (przewidywania) z ostatniej ramki I bądź P (tej, która była bliższa),
klatki o średnim stopniu kompresji – umożliwiają płynne przewijanie w tył.

Ramki typów I i P to tzw. ramki kotwiczne

Ramki B – to obrazy o **najwyższym stopniu skompresowania**,
są one interpolowane na podstawie sąsiadujących z nimi z obu stron klatek.

Literatura:

- Metzger Piotr - Anatomia PC, wydanie XI, Helion 2007
- Wojtuszkiewicz Krzysztof - Urządzenia techniki komputerowej, część I: Jak działa komputer, MIKOM, Warszawa 2000
- Wojtuszkiewicz Krzysztof - Urządzenia techniki komputerowej, część II: Urządzenia peryferyjne i interfejsy, MIKOM, Warszawa 2000