

Karty graficzne

Wykład: budowa karty graficznej, zasada działania, standardy, parametry, GPU, RAMDAC, magistrale, interfejsy, złącza, OpenGL, DirectX, SLI, Crossfire, bufor ramki, potok graficzny, producenci: nvidia, ATI, tworzenie grafiki 3D, shadery, bufor Z, clipping, culling, renderowanie, filtrowanie anizotropowe, MIP mapping, antyaliasing, kanał alfa, jaką kartę kupić

Karta graficzna

Karta graficzna

(ang. *graphics card*, czasami określana też mianem akcelerator grafiki) podzespół komputera, którego zadaniem jest wizualizacja danych cyfrowych w postaci grafiki komputerowej widocznej na monitorze lub innym urządzeniu multimedialnym

Karta graficzna przyjmuje zazwyczaj postać karty rozszerzeń montowanej w magistrali wejścia/wyjścia na płycie głównej

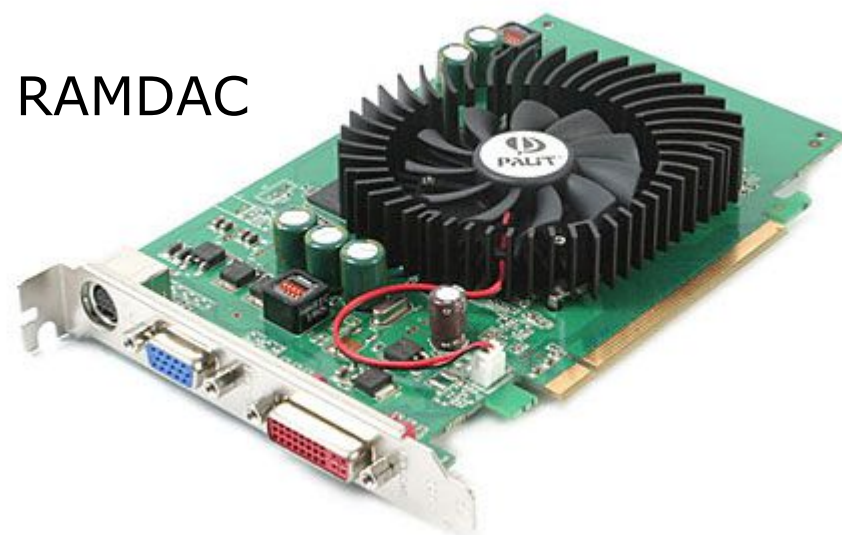
Opcjonalnie układ graficzny może być zintegrowany z chipsetem płyty głównej



Budowa karty graficznej (1)

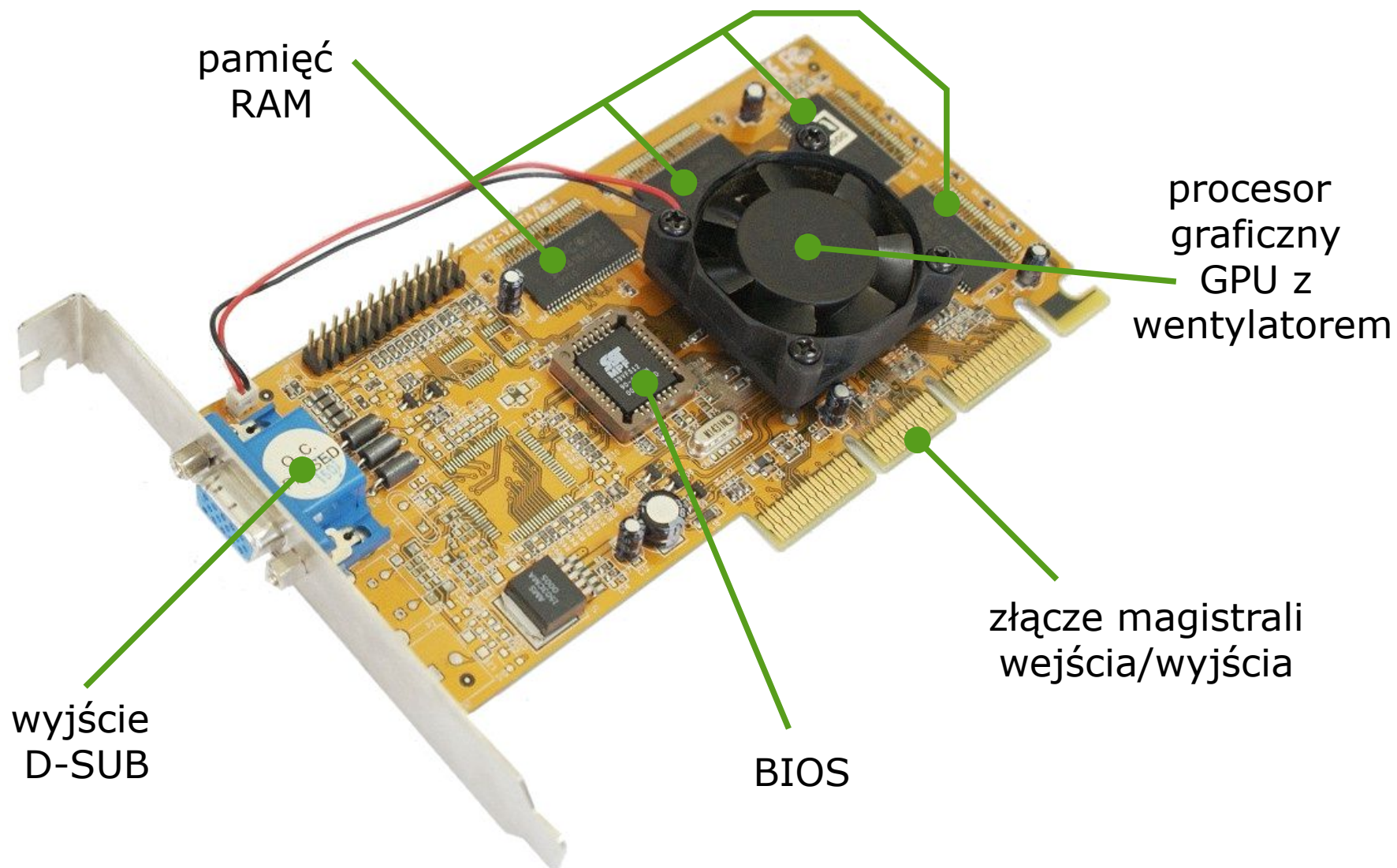
Mimo dużego zróżnicowania na rynku kart graficznych podstawowe elementy są identyczne w każdej karcie:

- procesor graficzny GPU
- pamięć RAM
- konwerter cyfrowo-analogowy RAMDAC
- złącze magistrali
- BIOS karty
- zestaw wyjść (złącz)
- wbudowany akcelerator 3D



Do karty dołączona zostanie także płyta ze sterownikami oraz dodatkowym oprogramowaniem

Budowa karty graficznej (2)



Procesor GPU

Procesor graficzny

(ang. *Graphics Processing Unit*, koprocesor graficzny)

jest główną jednostką obliczeniową każdej karty graficznej; od jego wydajności w dużej mierze zależy wydajność całego podsystemu graficznego w komputerze

Nazywany też koprocesorem, gdyż początkowo jego podstawowym zadaniem było odciążenie głównego procesora CPU od obliczeń związanych z przetwarzaniem grafiki 2D oraz 3D (*Two/Three Dimensional Graphics*)

Jednak współczesne wyrafinowane układy graficzne GPU wiele operacji wykonują wielokrotnie szybciej niż tradycyjne mikroprocesory, dlatego coraz częściej mówimy o nich *General Purpose GPU* - procesor graficzny do obliczeń ogólnego przeznaczenia



Pamięć RAM

Pamięć operacyjna RAM karty graficznej

(ang. *Random Access Memory*, pamięć o dostępie swobodnym)

pamięć operacyjna stanowiąca przestrzeń roboczą procesora GPU, przechowuje aktualnie przetwarzane dane graficzne

Od wielkości pamięci RAM [MB] karty zależy:

- liczba wyświetlanych kolorów w grafice 2D
- jakość i rozmiary nanoszonych tekstur w grafice 3D

Równie ważnymi parametrami pamięci są:

- częstotliwość taktowania pamięci [MHz], np. 1800 MHz
- szerokość szyny pamięci [bit], która określa ile bitów jednocześnie może przesyłać pamięć, np. 256 bitów

Jeżeli częstotliwości taktowania karty podano jako dwie liczby, to pierwsza wskazuje na taktowanie układu GPU, druga pamięci – np. 700/1800 MHz. Najnowsze karty posiadają pamięć oznaczaną jako GDDR (DDR5 SDRAM)

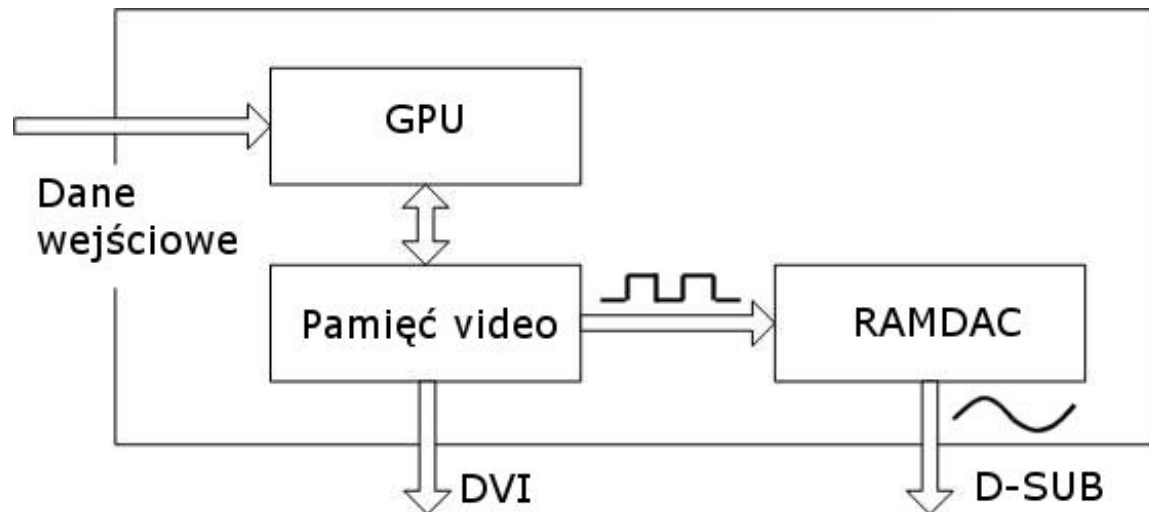


Konwerter RAMDAC

Konwerter cyfrowo-analogowy

(ang. *Random Access Memory Digital-to-Analog Converter*)

zamienia sygnał cyfrowy generowany przez kartę graficzną na sygnał analogowy (w którym napięcie elektryczne jest proporcjonalne do wartości reprezentowanej liczby cyfrowej) możliwy do wyświetlenia na analogowym monitorze, telewizorze lub rzutniku



Magistrale wejścia/wyjścia (1)

Magistrala wejścia wyjścia

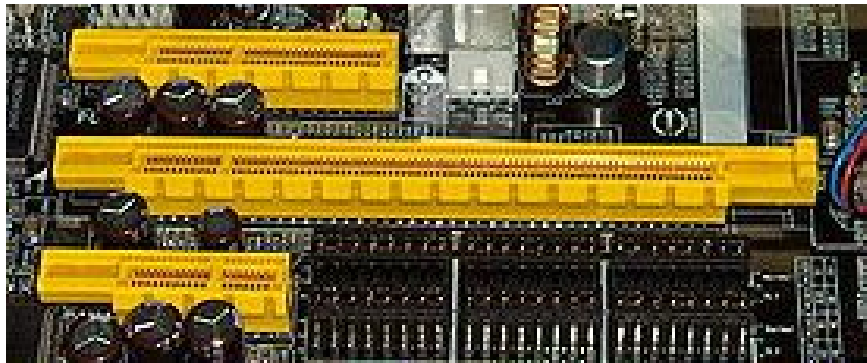
czyli rodzaj złącza na płycie głównej umożliwiający komunikację GPU z pozostałymi komponentami komputera, np. CPU oraz systemową pamięcią RAM

Kartę graficzną umieścić można w następujących magistralach (zależnie od szybkości przesyłania danych):

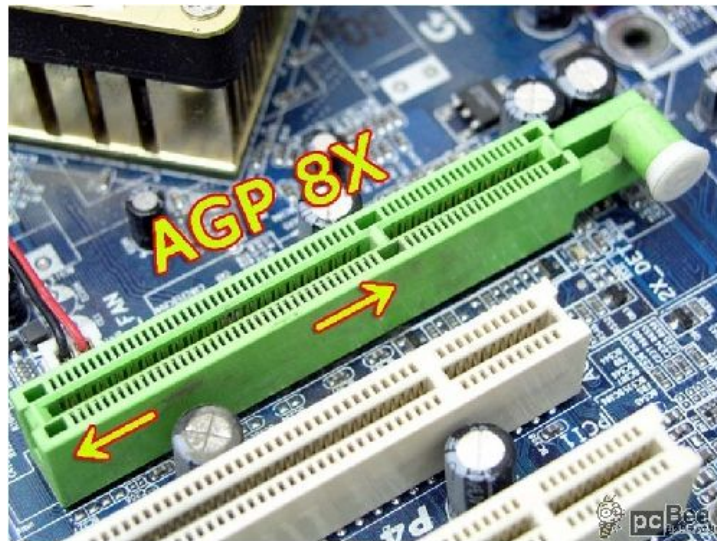
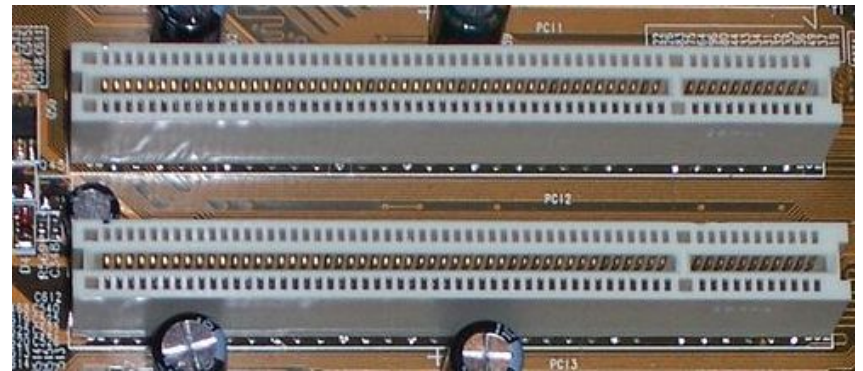
- PCI Express - do 16 GB/s
- AGP (ang. *Accelerated Graphics Port*) - do 2 GB/s
- PCI (ang. *Peripheral Component Interconnect*) - do 0.5 GB/s
- starsze magistrale: VESA, MCA, ISA

Magistrale wejścia/wyjścia (2)

PCI Express

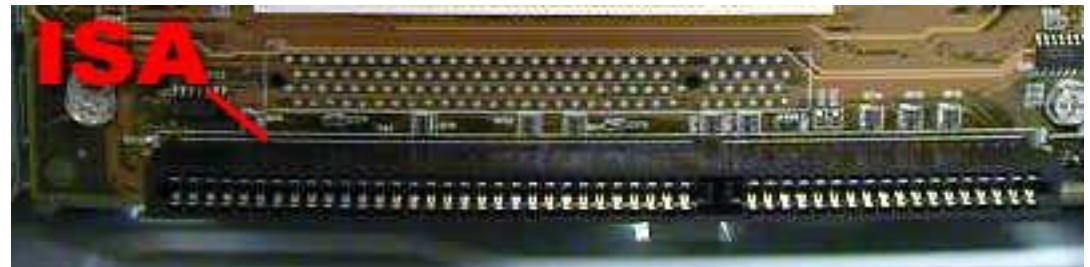


PCI



AGP

ISA



Magistrale wejścia/wyjścia (3)

Rodzaj magistrali	Przepustowość [MB/s]
PCI	133
AGP v1.0 prędkość 1x	266
AGP v1.0 prędkość 2x	533
AGP v2.0 prędkość 4x	1066
AGP v3.0 prędkość 8x	2133
PCIe v1.0 prędkość 1x	250
PCIe v1.0 prędkość 2x	500
PCIe v1.0 prędkość 4x	1000
PCIe v1.0 prędkość 8x	2000
PCIe v1.0 prędkość 16x	4000
PCIe v2.0 prędkość 16x	8000
PCIe v3.0 prędkość 16x	16000

BIOS karty graficznej

BIOS karty graficznej

(ang. *Basic Input/Output System*, podstawowy system wejścia/wyjścia) umożliwia działanie karty graficznej zanim zostanie wczytany system operacyjny oraz pozwala na wykonywanie instrukcji karty przez oprogramowanie systemowe



Wyjścia karty graficznej (1)



Złącze **HDMI**
(High Definition
Multimedia Interface)

Złącze analogowe
D-SUB (15 pinów)

Złącze cyfrowe **DVI**
(Digital Video Interface)



Rodzaje złącz cyfrowych DVI (1)

Złącze cyfrowe DVI (Digital Video Interface)

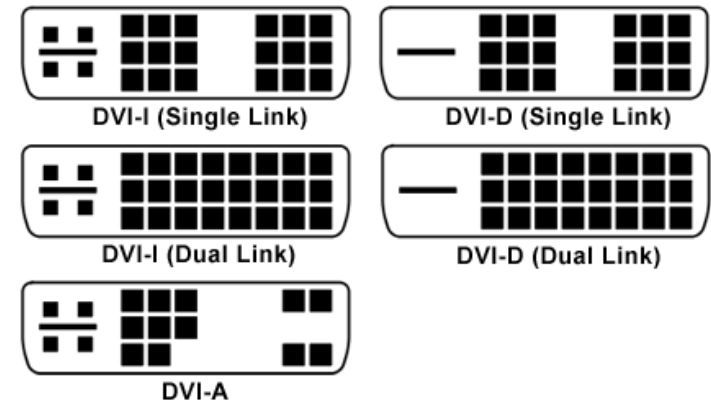
Cyfrowy standard przesyłania sygnału wideo, w odmianach *DVI-I* oraz *DVI-A* umożliwia także przesyłanie sygnału analogowego.

Kabel łączący monitor z komputerem nie może być dłuższy niż 5m.

DVI-D - obraz prawdziwie cyfrowy, przesyłany między cyfrowym wyjściem karty graficznej a cyfrowym wejściem monitora

DVI-A - używany do podłączenia nowoczesnej karty graficznej z wyjściem DVI do monitora z wejściem analogowym

DVI-I - zapewnia możliwość przesyłu sygnału analogowego źródła do analogowego monitora jak również cyfrowego sygnału źródła do cyfrowego monitora



Rodzaje złącz cyfrowych DVI (2)

Złącze cyfrowe **DVI** (Digital Video Interface)

Aby podłączyć analogową kartę graficzną do cyfrowego monitora należy użyć elektronicznego konwertera **VGA to DVI-D**

Różnica pomiędzy wejściami typu **Single Link** a **Dual Link** polega na zwiększonej dwukrotnie mocy, szybkości i jakości transmisji dla wejść **Dual Link**



DVI-I (Single Link)



DVI-D (Single Link)



DVI-I (Dual Link)



DVI-D (Dual Link)

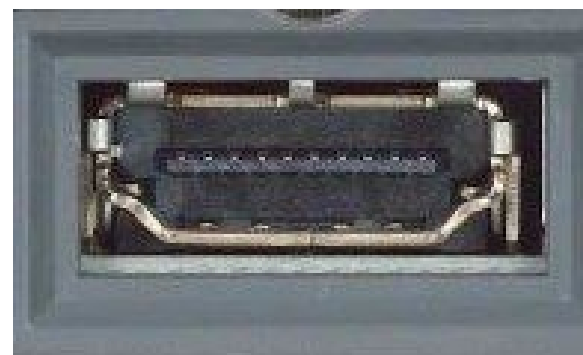
Połączenie monitora z komputerem (3)

Złącze **HDMI** (High Definition Multimedia Interface)

Jest to cyfrowy standard przesyłania sygnału audio/video umożliwiający transmisję w wysokiej rozdzielczości (HD) i dźwięku wielokanałowego.

Stosowany w odtwarzaczach DVD, Blu-Ray, telewizorach typu LCD i plazmowych oraz konsolach do gier.

Maksymalna długość okablowania: 15m



Połączenie monitora z komputerem (4)

Złącze cyfrowe DisplayPort

Uniwersalny interfejs cyfrowy (zatwierdzony w maju 2006) opracowany przez VESA (**V**ideo **E**lectronics **S**tandards **A**ssociation). Głównym zamierzeniem nowego standardu jest połączenie komputer-monitor lub komputer-system kina domowego (w tym np. projektory, telewizory itp.).

DisplayPort już w swojej pierwszej wersji 1.0 osiągnął to, co HDMI udało się osiągnąć dopiero w wersji 1.3b czyli: maksymalna rozdzielczość 2560x1600, 24 bitowa głębia kolorów, maksymalna przepustowość sygnału w granicach około 10 Gb/s.

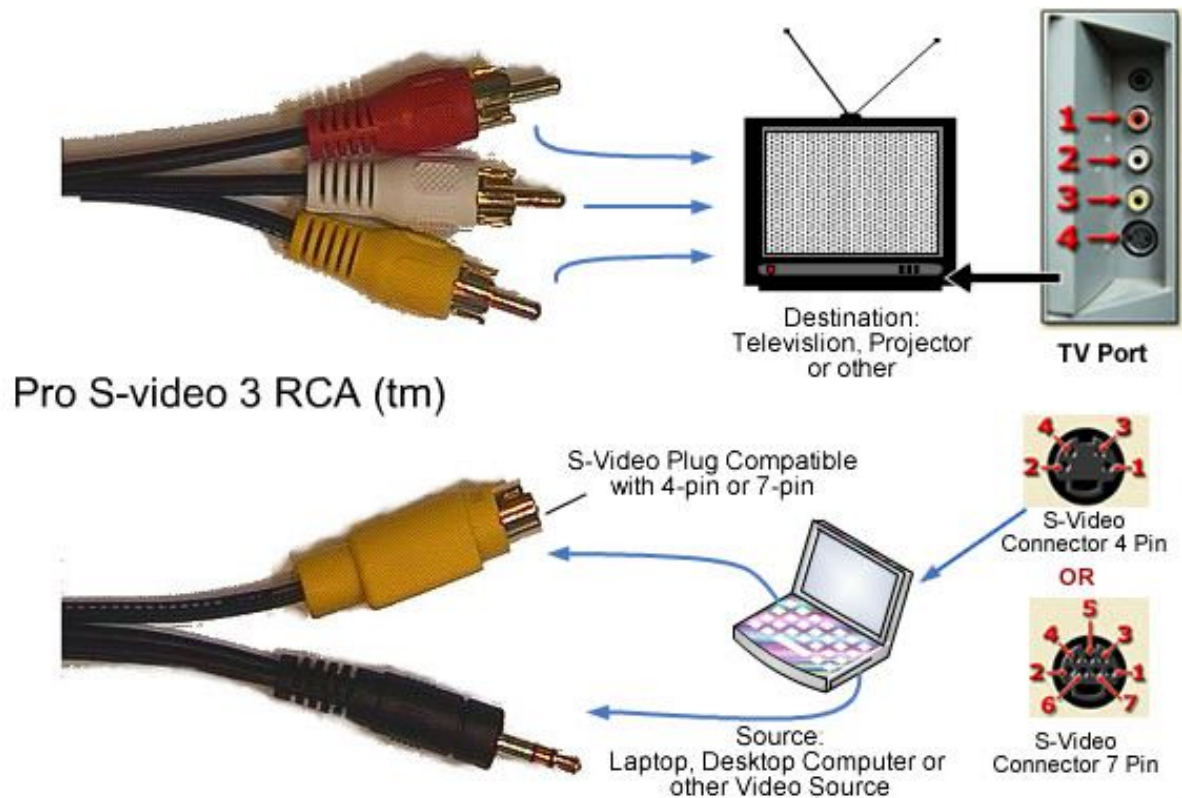
Pełną specyfikację jesteśmy w stanie osiągnąć na kablu o długości 15 metrów, przy dłuższych kablach rozdzielczość zostaje zmniejszona do 1920x1080.



Wyjścia karty graficznej (2)



Wyjście TV-Out
(S-Video)



Oprogramowanie kart (sterowniki)

Sterowniki karty graficznej

często niedoceniany i lekceważony element wyposażenia karty, mający jednak bardzo duży wpływ na wydajność podsystemu graficznego. Sterownik jest optymalizowany pod kątem współpracy z konkretnym układem graficznym GPU

Należy pamiętać o pobraniu ze strony producenta najnowszej wersji sterowników do posiadanej karty graficznej



Producenci układów graficznych



Interfejsy API

Interfejs API

(ang. *Application Programming Interface*)

biblioteki stanowiące pomost pomiędzy oprogramowaniem multimedialnym a sprzętem typu karta graficzna, karta dźwiękowa. DirectX jest produktem firmy Microsoft, dostępnym dla systemów Windows oraz konsoli Xbox. OpenGL to otwarta biblioteka graficzna - jest to zestaw funkcji umożliwiających budowanie złożonych trójwymiarowych scen z podstawowych figur geometrycznych. OpenGL dostępny jest w wielu systemach operacyjnych



Zestawienie parametrów karty

- producent układów graficznych, np. ATI, NVIDIA
- rodzaj złącza, np. PCI Express, AGP
- wielkość i rodzaj pamięci, np. 512 MB DDR4
- szerokość magistrali pamięci, np. 256 bit
- częstotliwość pracy pamięci w grafice 3D, np. 1800 MHz
- częstotliwość pixel shader, np. 1625 MHz
- częstotliwość pracy procesora graficznego, np. 700 Mhz
- częstotliwość pracy układu RAMDAC, np. 400 MHz
- rodzaj wyjść, np. DSUB, DVI, HDMI
- możliwość pracy w trybie SLI lub CrossFire
- zgodność programowa: DirectX, OpenGL, Shader Model

Tryb SLI

Tryb SLI

(ang. *Scalable Link Interface*) rozwiązanie firmy NVIDIA, w którym obraz generowany jest przez co najmniej dwie karty graficzne połączone mostkiem SLI. Aby korzystać z trybu SLI, należy posiadać płytę główną oraz karty graficzne wspierające tą technologię.

Rodzaje SLI:

- Quad SLI (dwie karty graficzne mające po dwa układy GPU)
- 3-Way SLI (generowanie obrazu przez 3 karty graficzne)
- Hybrid SLI (generowanie obrazu przez kartę graficzną w złączu PCIExpress we współpracy z chipsetem graficznym na płycie głównej)

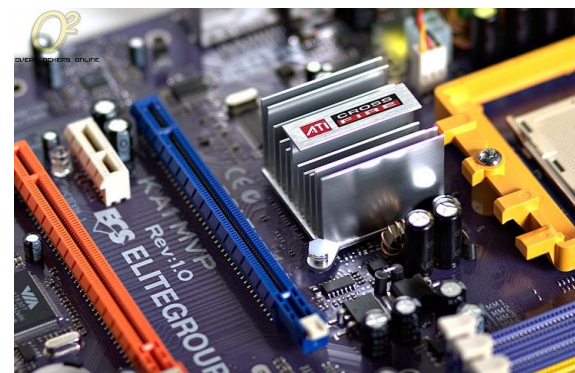
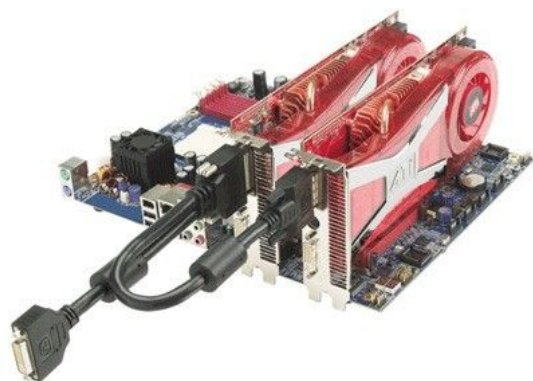


Tryb CrossFire

Tryb CrossFire

(ang. skrzyżowany ogień) konkurencyjne rozwiązanie firmy ATI. Aby skorzystać z trybu CrossFire należy posiadać płytę główną oraz karty graficzne wspierające technologię. Początkowo karty działały w trybie master/slave, nowe płyty główne pozwalają łączyć karty bez konieczności korzystania z karty master. Karty rozszerzeń również połączone są mostkiem. Rodzaje CrossFire:

- CrossFire (generowanie obrazu przez dwie karty graficzne)
- CrossFireX (generowanie obrazu nawet przez 4 karty graficzne)
- Hybrid CrossFireX (generowanie obrazu przez kartę graficzną w złączu PCI-E we współpracy z chipsetem graficznym na płycie głównej)



Bufor ramki, potok graficzny

Bufor ramki

(ang. **frame buffer**) jest częścią pamięci RAM karty graficznej przeznaczoną do przechowywania informacji o pojedynczej ramce (klatce) obrazu. W buforze przechowywane są informacje o wartości każdego piksela tworzącego ramkę

Potok graficzny

(ang. **graphics pipeline**) droga przepływu danych pomiędzy interfejsem karty graficznej a buforem ramki

Najważniejszym komponentem w procesie tworzenia grafiki 3D jest procesor graficzny GPU.

Proces tworzenia kolejnych ramek obrazu jest sekwencyjny. Płynność ruchu uzyskuje się przy generowaniu około 30 klatkach na sekundę. W grach komputerowych płynność ruchu uzyskamy przy min. 60 fps

Tworzenie grafiki 3D (1)

Procesor analizuje dane wejściowe, aby stwierdzić z jakim rodzajem danych wejściowych ma do czynienia:

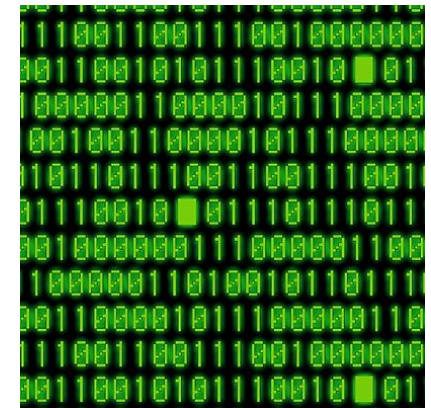
z grafiką wektorową
(współrzędne wierzchołków)



grafiką rastrową
(piksele)



kodem programu

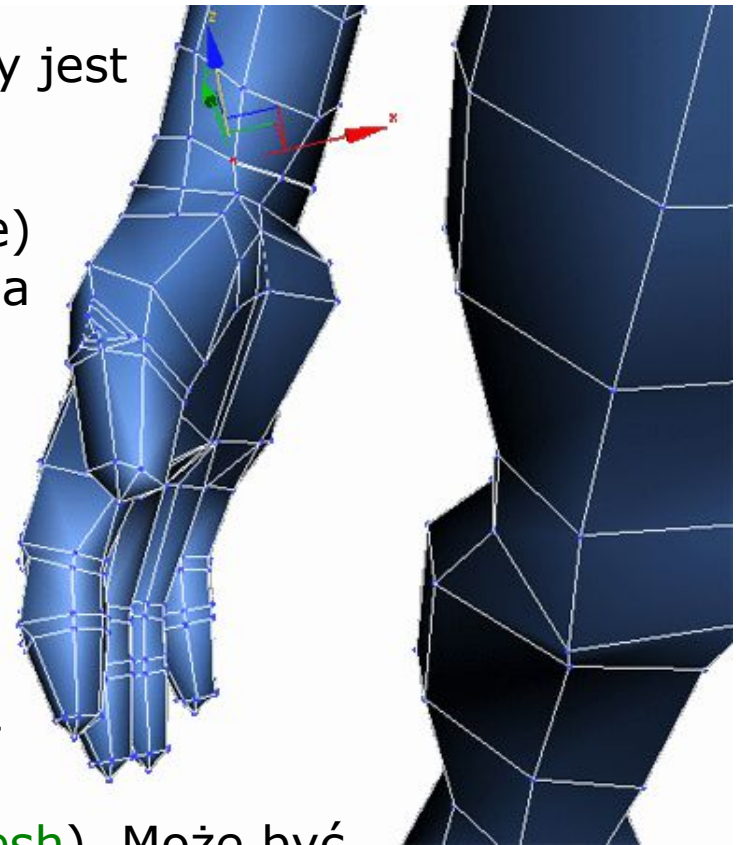


Tworzenie grafiki 3D (2)

Zależnie od rodzaju danych, wykorzystywany jest inny rodzaj cieniowania:

- **Vertex Shader** (cieniowanie wierzchołkowe) – jego zadaniem jest transformacja położenia wierzchołka w wirtualnej przestrzeni 3D i na współrzędne 2D na ekranie. Operuje na takich właściwościach wierzchołków jak: położenie, kolor i współrzędne tekstur, ale nie może tworzyć nowych wierzchołków

- **Geometry Shader** (cieniowanie geometryczne) – pozwala na dodawanie lub usuwanie wierzchołków z siatki wierzchołków (ang. **mesh**). Może być używane do proceduralnego tworzenia obiektów geometrycznych albo do dodawania objętościowych detali istniejących siatek wierzchołków

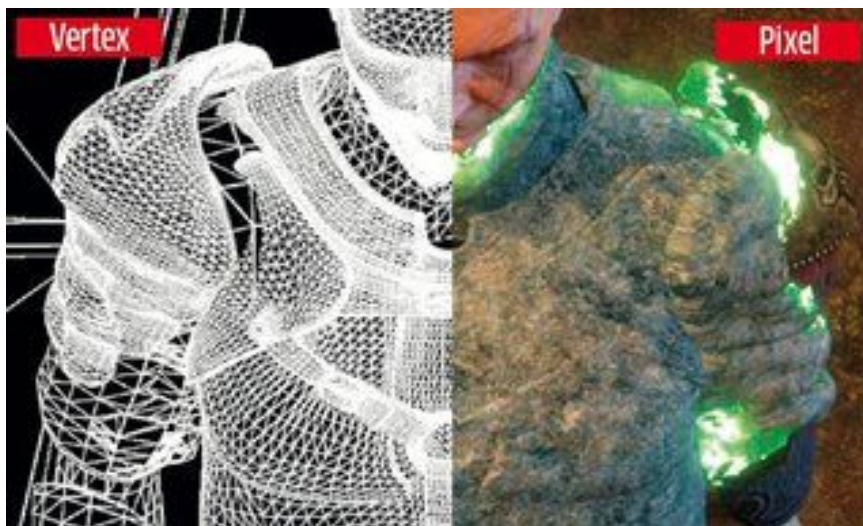


Tworzenie grafiki 3D (3)

- **Pixel Shader** (cieniowanie pikseli) – odpowiada za wyliczanie koloru pikseli. Direct3D używa terminu **pixel shader**, a OpenGL **fragment shader**. Cieniowanie pikseli jest zazwyczaj używane do oświetlenia sceny 3D
- **Teksturowanie** – proces nakładania bitmap na siatkę mesh obiektu 3D



Scena 3D

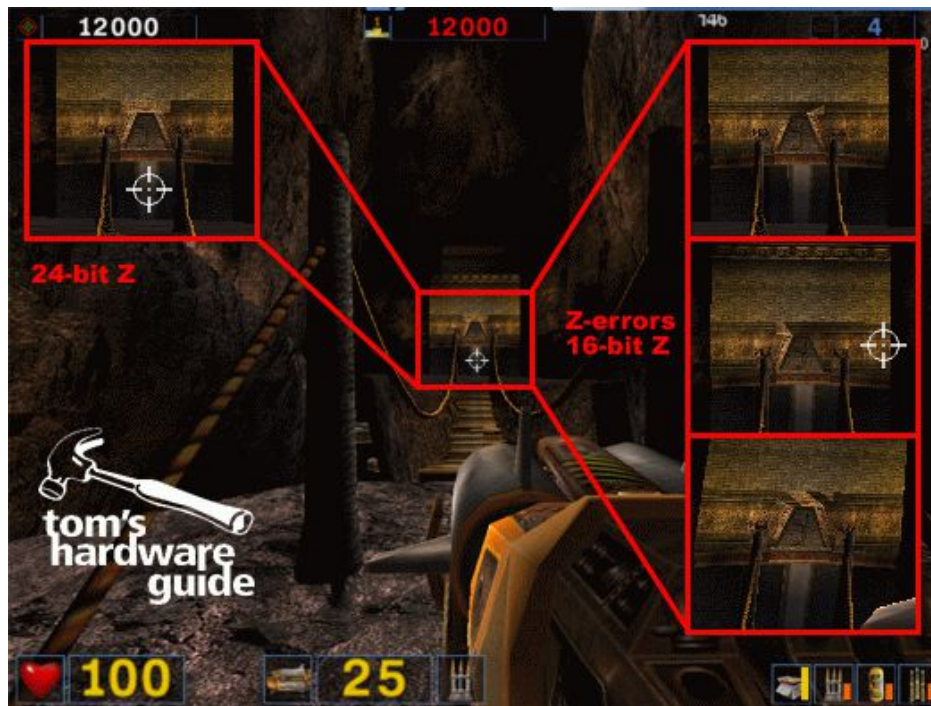


Obraz wyjściowy

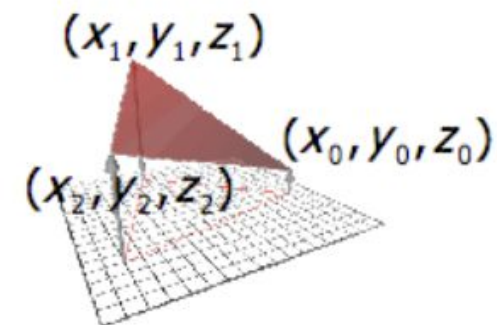
Tworzenie grafiki 3D (4)

Bufor Z

(ang. **Z-buffer**) miejsce w pamięci (osobne dla każdego piksela) przeznaczone na zapamiętanie aktualnej wartości współrzędnej Z piksela. Wielkość bufora Z decyduje o precyzji widoczności (obecnie stosuje się Z-bufory 32-bitowe)



Wartość bufora uaktualniana jest dla każdego piksela i każdego trójkąta.



Wartości z dla pikseli z wnętrza trójkąta są interpolowane na podstawie położenia wierzchołków trójkąta.

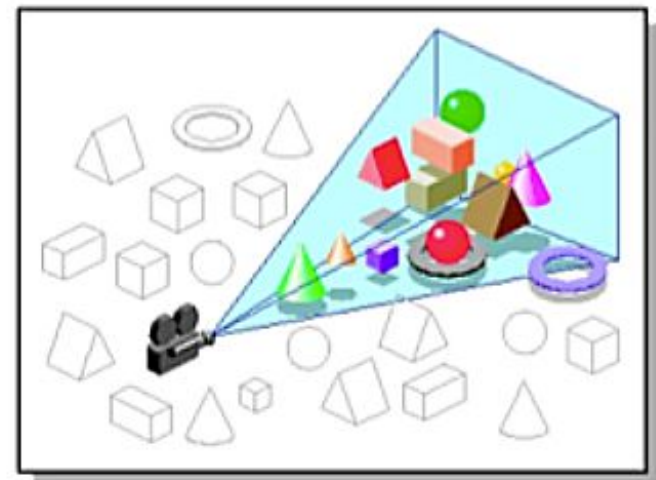
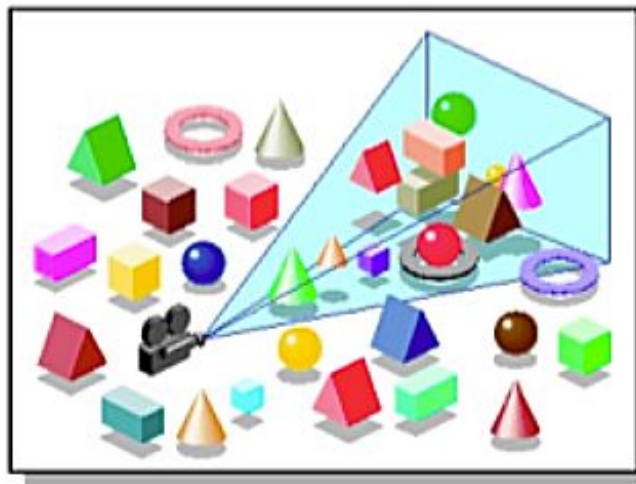
Tworzenie grafiki 3D (5)

Clipping

(ang. **podcinanie**) obiekty znajdujące się poza polem widzenia zostają wyeliminowane ze sceny

Culling

(ang. **wybijanie**) obiekty zasłonięte przez inne obiekty zostają wyeliminowane ze sceny



Courtesy of Andries van Dam

Tworzenie grafiki 3D (6)

Renderowanie

nazywane też **obrazowaniem** lub **prezentacją**, obejmuje analizę modelu danej sceny 3D oraz utworzenie na jej podstawie dwuwymiarowego obrazu wyjściowego w formie statycznej lub animacji

Podczas renderowania rozpatrywane są m.in. odbicia, cienie, załamania światła, wpływy atmosfery, efekty wolumetryczne itd.

Jest to bardzo czasochłonna operacja. Renderowanie może być przeprowadzane w praktycznie każdym programie do tworzenia grafiki trójwymiarowej, nie będącym wyłącznie programem do modelowania (modelerem, mesherem).

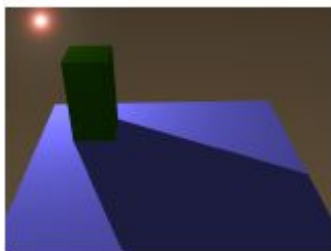
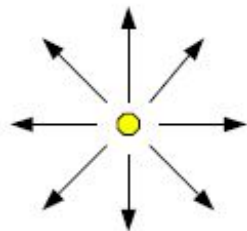
Przykładami takich programów są np. 3ds Max, Cinema 4D, LightWave 3D, Blender.

Tworzenie grafiki 3D (7)

Oświetlenie sceny 3D – źródła światła:

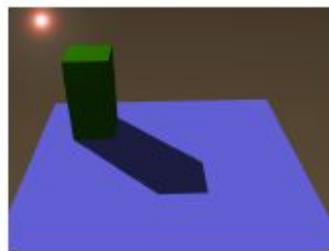
światło punktowe

(point light)



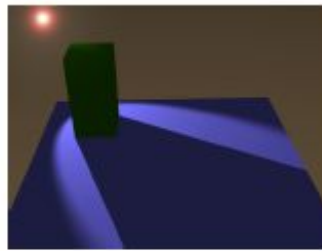
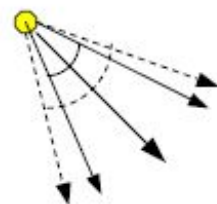
światło kierunkowe

(distant light)



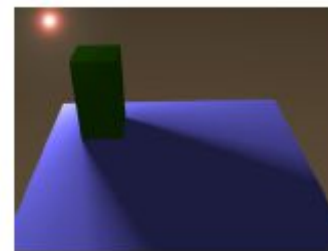
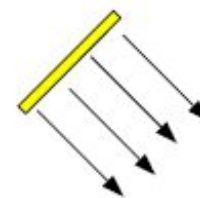
światło stożkowe

(spot light)



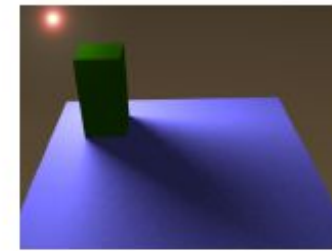
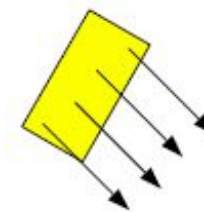
światło liniowe

(linear light)



światło powierzchniowe

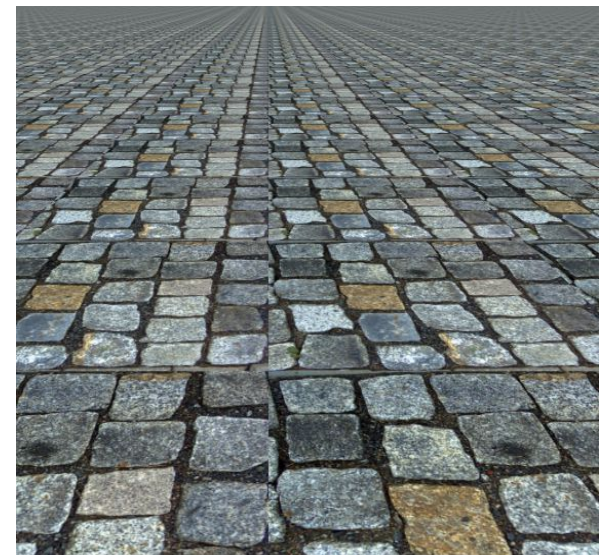
(area light)



Tworzenie grafiki 3D (8)

Filtrowanie anizotropowe

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



Tworzenie grafiki 3D (9)

MIP Mapping

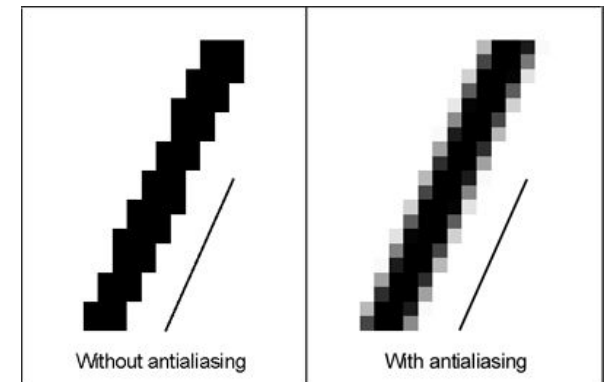
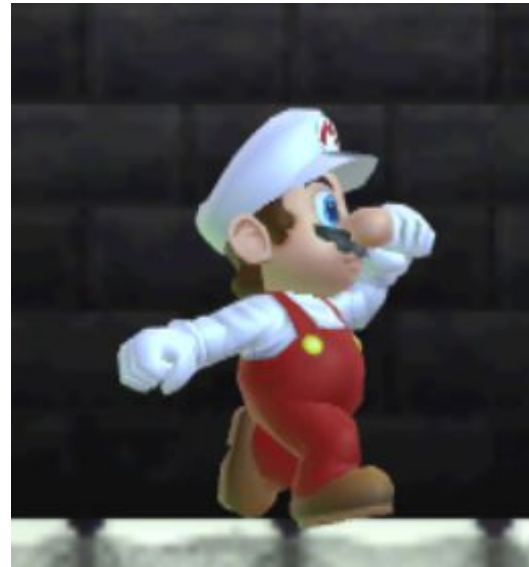
technika teksturowania wykorzystywana w grafice trójwymiarowej, polegająca na wykorzystaniu tekstur o niskiej i wysokiej rozdzielczości zależnie od odległości obserwatora od obiektu



Tworzenie grafiki 3D (10)

Antyaliasing

proces mający na celu zniwelowanie efektu aliasingu. W wypadku grafiki polega to na dodawaniu pikseli do rysunku, które zmniejszają kontrast pomiędzy obiektem a tłem, przez co ten pierwszy wydaje się bardziej gładki (zaokrąglony)



Typ Typ

Tworzenie grafiki 3D (11)

Bufor matrycowy

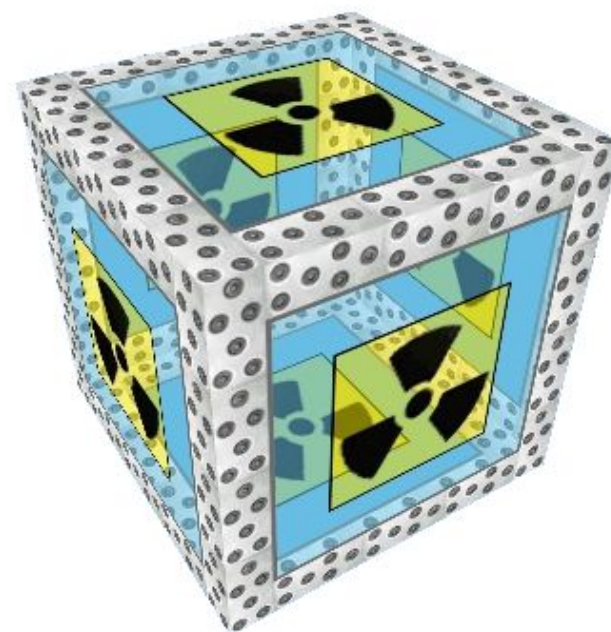
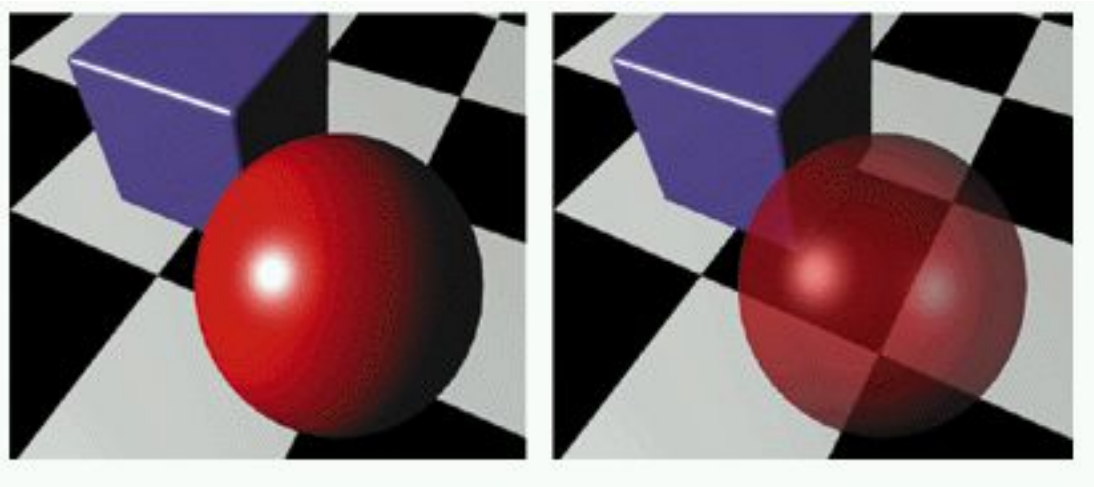
(ang. **stencil buffer**) bufor przechowujący informacje o pixelach pozostających nieruchomo w scenie 3D lub pozostających w stałym, lecz względnym położeniu wobec jakiegoś obiektu. Pozwala to zmniejszyć obszar renderowania. Przykłady użycia: kokpity w symulatorach, cienie lub efekty postaci w grach



Tworzenie grafiki 3D (12)

Kanał alfa (przenikanie)

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





Źródła

Urządzenia techniki komputerowej. Podręcznik do nauki zawodu technik informatyk. Helion. Tomasz Kowalski

Urządzenia techniki komputerowej. WSIP. Tomasz Marciniuk