



## Scenariusz zajęć edukacyjnych 1: Pytania sprawdzające

### Temat zajęć (lekcji): Wirtualna Rzeczywistość - Fotorealistyczna grafika 3D

dr inż. Paweł Tadejko

Wydział Informatyki, Politechnika Białostocka, Informatyka,

Katedra Mediów Cyfrowych i Grafiki Komputerowej

1. Jaka jest rozdzielczość obrazu telewizji HD?
2. Co oznacza termin „rendering”?
  - a) tworzenie obrazu komputerowego na podstawie jego modelu;
  - b) wykorzystanie specjalizowanych narzędzi w programach do obróbki grafiki;
  - c) uzupełnianie brakujących elementów modelu 3D teksturami;
  - d) składanie wielu klatek obrazów 2D, w animację 3D;
3. Jakie elementarne przekształcenia geometryczne wykorzystywane są w grafice komputerowej?
  - a) przesunięcie, obrót, skalowanie;
  - b) translacja, obrót, skalowanie;
  - c) transformacja, przesunięcie, skoszenie;
  - d) projekcja, skalowanie jednorodne, rotacja;
4. Jakie zagadnienia są specyficzne dla grafiki 3D?
  - a) modelowanie krzywych i powierzchni 3D;
  - b) rzutowanie z przestrzeni 3D do przestrzeni 2D;
  - c) wykrywanie powierzchni widocznych;
  - d) modelowanie oświetlenia, cieniowanie;
5. Prostym modelem geometrycznym bryły jest
  - a) model krawędziowy (ang. wireframe)
  - b) model krzywoliniowy
  - c) model w postaci krzywych Bezier
  - d) wzory matematyczne opisujące powierzchnię



6. Jakie struktury danych służą do przechowywania informacji o obiektach złożonych w grafice 3D
  - a) drzewa binarne;
  - b) drzewa AVL poszukiwań;
  - c) wektory asocjacyjne;
  - d) drzewa ósemkowe;
  
7. W rzucie perspektywicznym sceny 3D otrzymujemy
  - a) inną scenę 3D
  - b) obraz 2D przedstawiający scenę 3D tak jak ją widzi obserwator
  - c) obraz 2D przedstawiający scenę 3D z zachowanymi odległościami pomiędzy punktami sceny
  - d) obraz 2D we współrzędnych krzywoliniowych
  
8. Odwzorowanie tekstury oznacza
  - a) przekształcenie geometryczne
  - b) transformację bryły do innego układu współrzędnych
  - c) rzut prostokątny bryły
  - d) nałożenie na bryłę obrazu 2D
  
9. Czy nakładanie tekstury podwyższa realizm wizualny? (Tak/Nie) Odp:
  
  
10. Czy modele oświetlenia sceny mogą wykorzystywać odbicie zwierciadlane światła? (Tak/Nie) Odp:



## Scenariusz zajęć edukacyjnych 1: Pytania sprawdzające

### Temat zajęć (lekcji): Wirtualna Rzeczywistość - Fotorealistyczna grafika 3D

dr inż. Paweł Tadejko

Wydział Informatyki, Politechnika Białostocka, Informatyka,

Katedra Mediów Cyfrowych i Grafiki Komputerowej

1. Jaka jest rozdzielczość obrazu telewizji HD? 1920 x 1080 pikseli
2. Co oznacza termin „rendering”?
  - a) tworzenie obrazu komputerowego na podstawie jego modelu;
  - b) wykorzystanie specjalizowanych narzędzi w programach do obróbki grafiki;
  - c) uzupełnianie brakujących elementów modelu 3D teksturami;
  - d) składanie wielu klatek obrazów 2D, w animację 3D;
3. Jakie elementarne przekształcenia geometryczne wykorzystywane są w grafice komputerowej?
  - a) przesunięcie, obrót, skalowanie;
  - b) translacja, obrót, skalowanie;
  - c) transformacja, przesunięcie, skoszenie;
  - d) projekcja, skalowanie jednorodne, rotacja;
4. Jakie zagadnienia są specyficzne dla grafiki 3D?
  - a) modelowanie krzywych i powierzchni 3D;
  - b) rzutowanie z przestrzeni 3D do przestrzeni 2D;
  - c) wykrywanie powierzchni widocznych;
  - d) modelowanie oświetlenia, cieniowanie;
5. Prostym modelem geometrycznym bryły jest
  - a) model krawędziowy (ang. wireframe)
  - b) model krzywoliniowy
  - c) model w postaci krzywych Bezier
  - d) wzory matematyczne opisujące powierzchnię



6. Jakie struktury danych służą do przechowywania informacji o obiektach złożonych w grafice 3D
  - a) drzewa binarne;
  - b) drzewa AVL poszukiwań;
  - c) wektory asocjacyjne;
  - d) drzewa ósemkowe;
  
7. W rzucie perspektywicznym sceny 3D otrzymujemy
  - a) inna scenę 3D
  - b) obraz 2D przedstawiający scenę 3D tak jak ją widzi obserwator
  - c) obraz 2D przedstawiający scenę 3D z zachowanymi odległościami pomiędzy punktami sceny
  - d) obraz 2D we współrzędnych krzywoliniowych
  
8. Odwzorowanie tekstury oznacza
  - a) przekształcenie geometryczne
  - b) transformację bryły do innego układu współrzędnych
  - c) rzut prostokątny bryły
  - d) nałożenie na bryłę obrazu 2D
  
9. Czy nakładanie tekstury podwyższa realizm wizualny? (Tak/Nie) Odp: Tak
  
  
10. Czy modele oświetlenia sceny mogą wykorzystywać odbicie zwierciadlane światła? (Tak/Nie) Odp: Tak





---

---

---

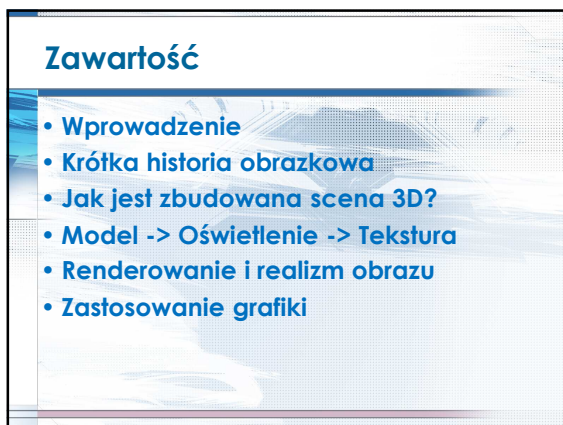
---

---

---

---

---



---

---

---

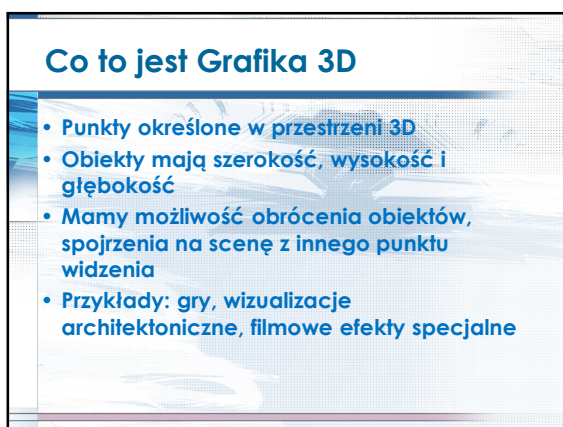
---

---

---

---

---



---

---

---

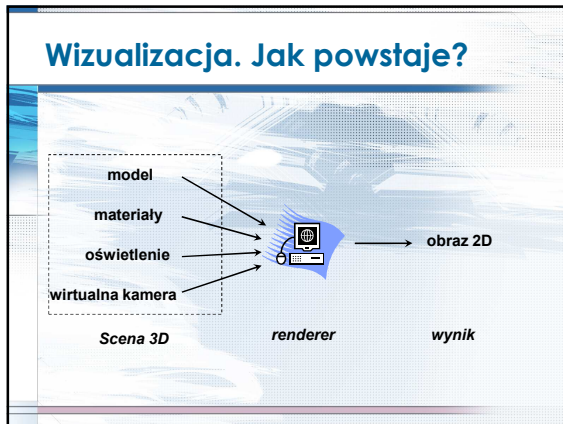
---

---

---

---

---



---

---

---

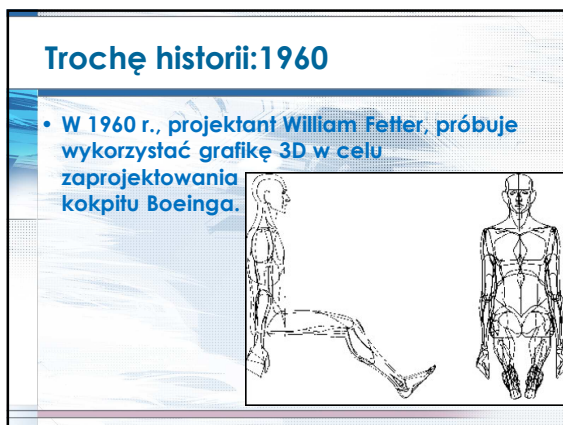
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

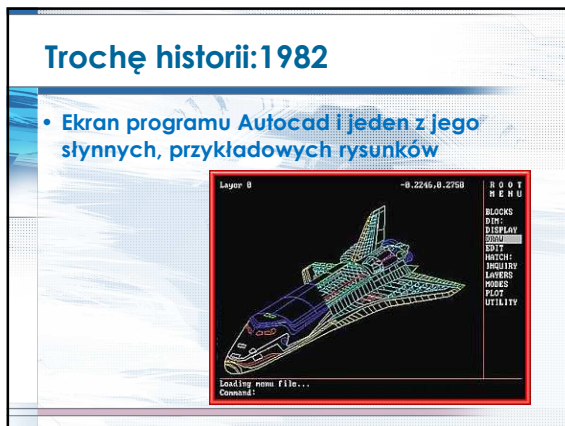
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---





---

---

---

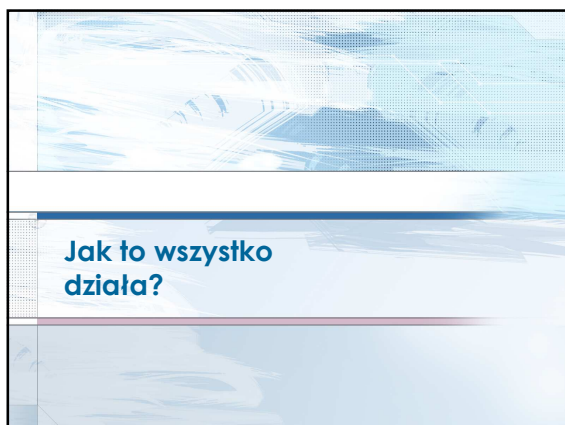
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

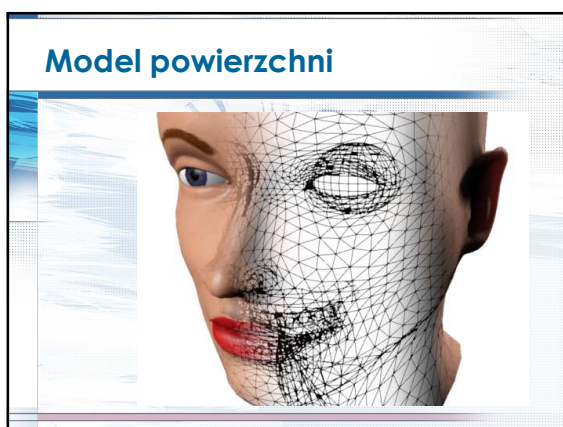
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

### Jak to wszystko działa?

- Model
- Transformacje**
- Oświetlenie
- Renderowanie
- Tekstury
- Jak zbudowana jest scena?

---

---

---

---

---

---

---

---

### Transformacje

- ciąg operacji matematycznych zmieniających położenie punktu
- przekształcenia wszystkich punktów z których jest zbudowany obiekt
- opisujemy przy pomocy zapisu macierzowego

---

---

---

---

---

---

---

---

### Operacje matematyczne

$$[x' y' z' 1] = [x y z 1] \begin{bmatrix} M_{11} & M_{12} & M_{13} & M_{14} \\ M_{21} & M_{22} & M_{23} & M_{24} \\ M_{31} & M_{32} & M_{33} & M_{34} \\ M_{41} & M_{42} & M_{43} & M_{44} \end{bmatrix}$$
$$x' = (x \times M_{11}) + (y \times M_{21}) + (z \times M_{31}) + (1 \times M_{41})$$
$$y' = (x \times M_{12}) + (y \times M_{22}) + (z \times M_{32}) + (1 \times M_{42})$$
$$z' = (x \times M_{13}) + (y \times M_{23}) + (z \times M_{33}) + (1 \times M_{43})$$

---

---

---

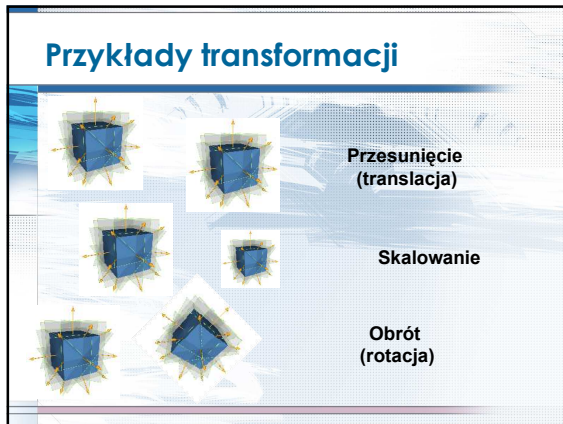
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---





---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

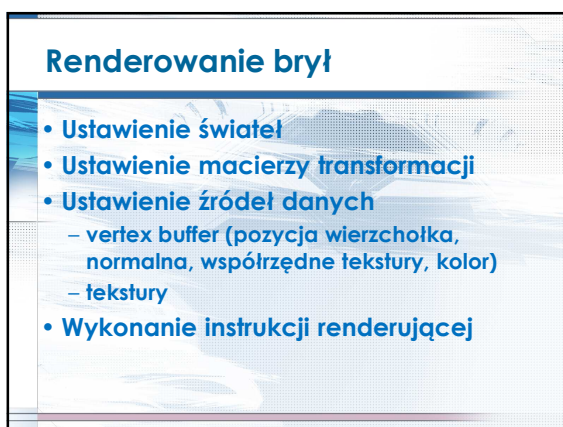
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

### Zaawansowana matematyka

$$B(x) dA = E(x) dA + \rho(x) dA \int_S B(x') \frac{1}{r^2} \cos \theta_x \cos \theta_{x'} \cdot \text{Vis}(x, x') dA'$$
$$B_i = E_i + \rho_i \sum_{j=1}^n F_{ij} B_j$$
$$A_i B_i = A_i E_i + \rho_i \sum_{j=1}^n A_j B_j F_{ji}$$

---

---

---

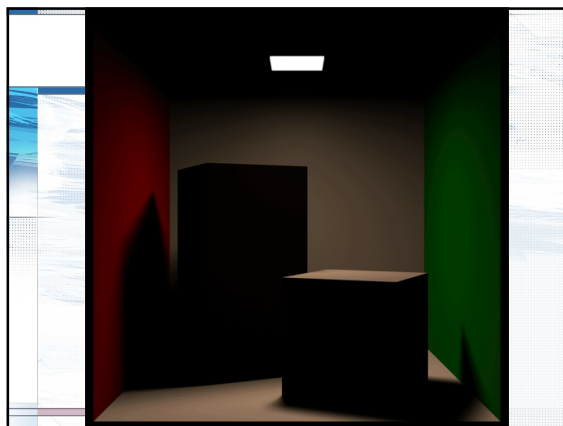
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

### Jak to wszystko działa?

- Model
- Transformacje
- Oświetlenie
- Renderowanie
- Tekstury**
- Jak zbudowana jest scena?

---

---

---

---

---

---

---

---

### Zastosowanie tekstur

- Tekstura dodatkowo określa wygląd obiektu
  - szczegóły obiektu znajdują się w obrazie z teksturą a nie w geometrii
- Mapowanie tekstury - proces przyporządkowania tekstury dla obiektu
- Bardzo powszechnie stosowane w wizualizacji 3d

---

---

---

---

---

---

---

---

### Przykład



---

---

---

---

---

---

---

---

### Jak to wszystko działa?

- Model
- Transformacje
- Oświetlenie
- Renderowanie
- Tekstury
- Jak zbudowana jest scena?**

---

---

---

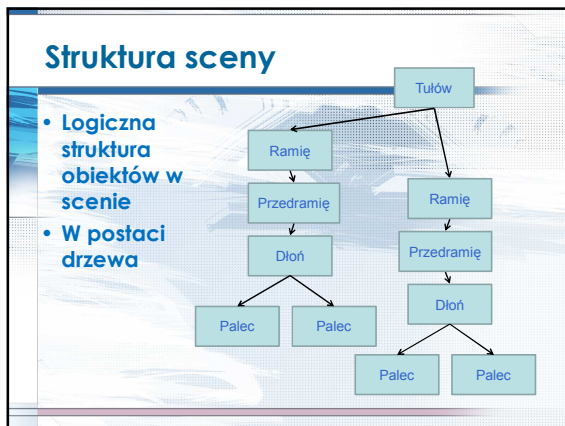
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

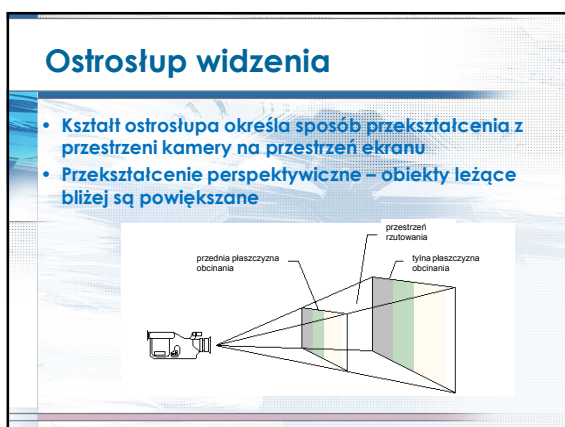
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

### Rzutowanie przestrzeni 3D

- Dwa podstawowe rodzaje rzutowania z przestrzeni 3D do przestrzeni 2D:
  - Rzutowanie równoległe prostokątne
  - Rzutowanie perspektywiczne
- W rzutowaniu wyróżnia się płaszczyznę rzutowania i promienie rzutowania.

rzutowanie równoległe      rzutowanie perspektywiczne

---

---

---

---

---

---

---

---

### Rzut równoległy prostokątny

Fot. 24. Shutterbug. Pokój z kamerą (linowa). Rzuty prostokątne (punkty 6.2.2 i 12.3.1): a) rzut górny; b) rzut przedni; c) rzut boczny. Modele matematyczne wygenerowano dla plików opisanych funkcjami algebraicznymi (Copyright © 1990, Pixar. Renderiny wykonany przez Thomasa Williamsa i H. B. Siegala za pomocą programu PhotoRealistic RenderMan™ firmy Pixar)

(Źródło: J. D. Foley i inni, Wyprzedzenie do grafiki komputerowej, WNT, Warszawa, 1995)

---

---

---

---

---

---

---

---

### Rzut perspektywiczny

Plata II.23 Shutterbug. Perspective projection (Sections 6.1.1 and 14.3.3). (Copyright © 1990, Pixar. Rendered by Thomas Williams and H.B. Siegel using Pixar's PhotoRealistic RenderMan™ software.)

---

---

---

---

---

---

---

---





---

---

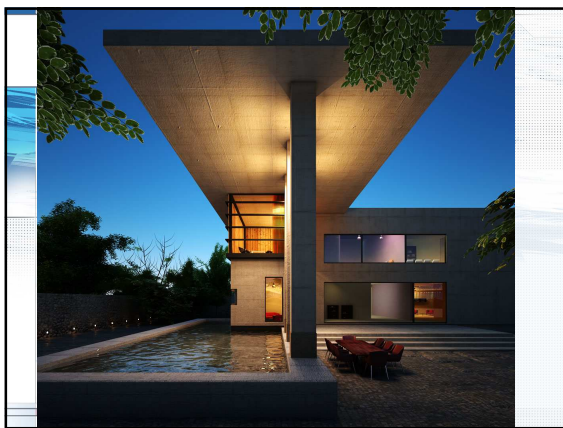
---

---

---

---

---



---

---

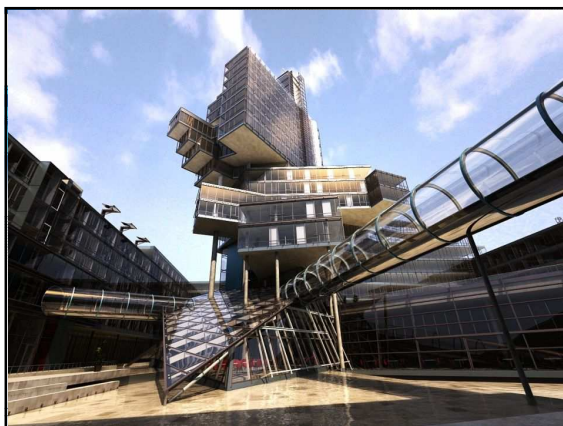
---

---

---

---

---



---

---

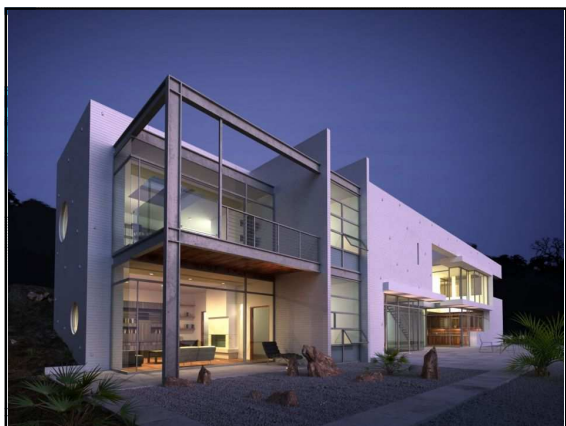
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

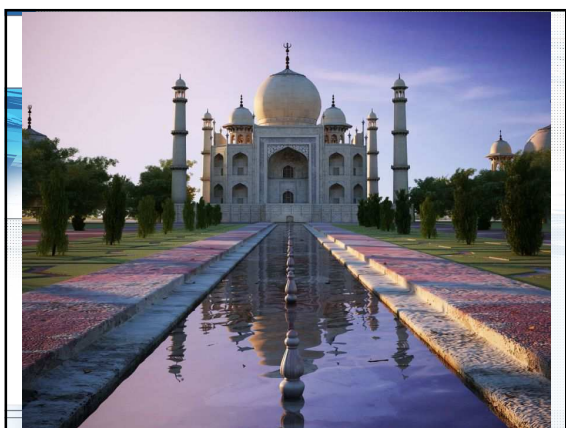
---

---

---

---

---



---

---

---

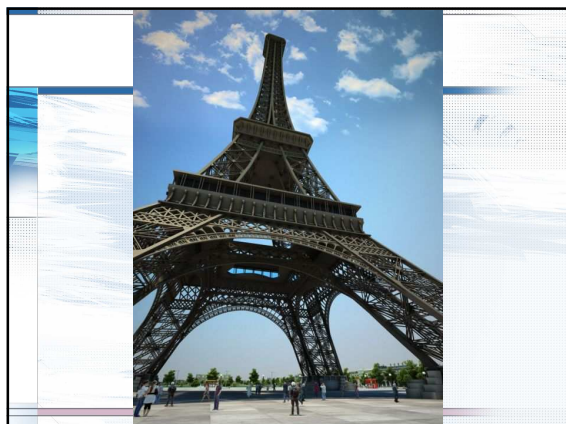
---

---

---

---

---



---

---

---

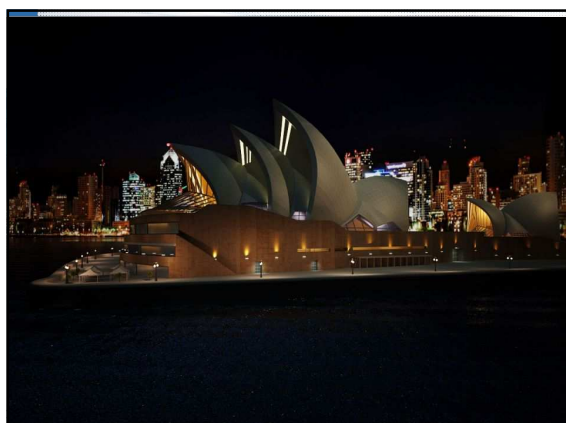
---

---

---

---

---



---

---

---

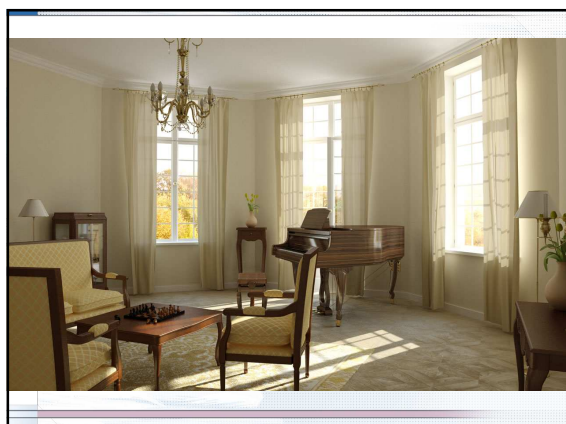
---

---

---

---

---



---

---

---

---

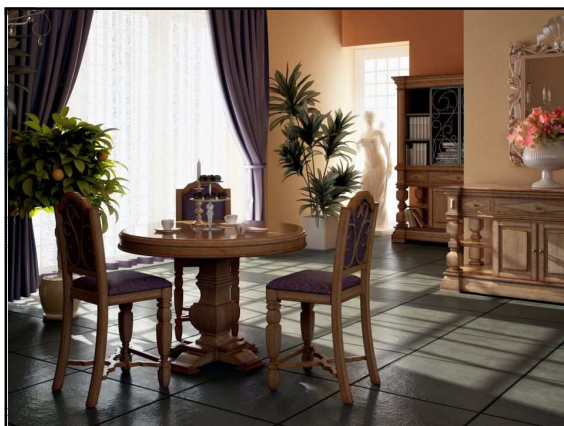
---

---

---

---





---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

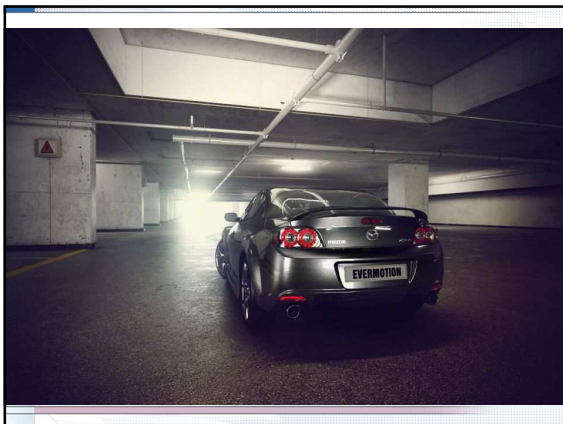
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---





---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

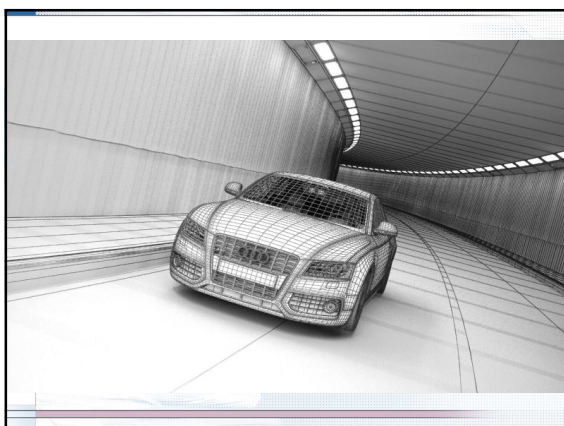
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

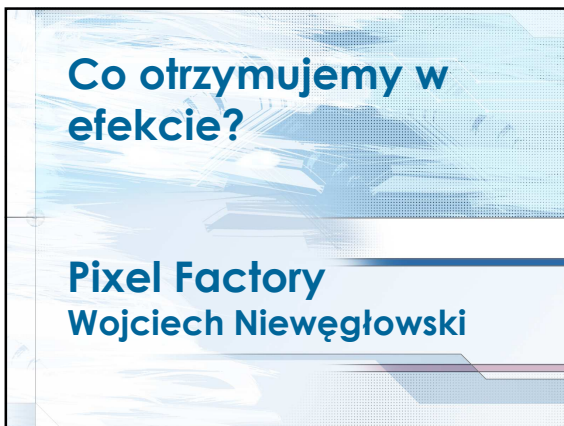
---

---

---

---

---



---

---

---

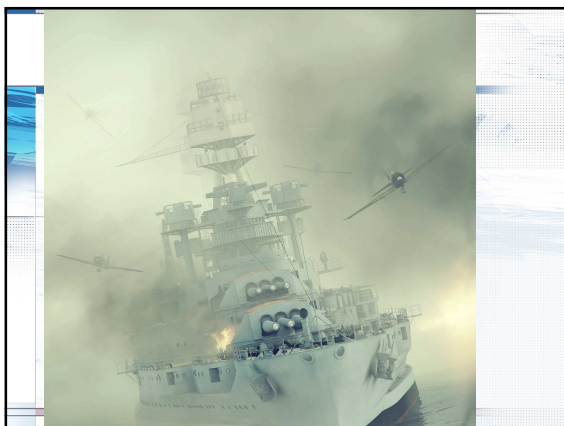
---

---

---

---

---



---

---

---

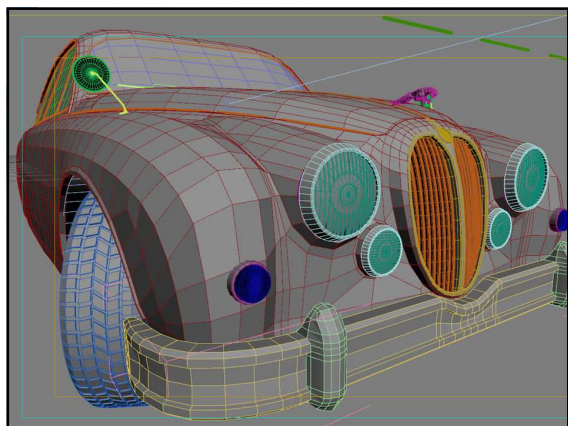
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

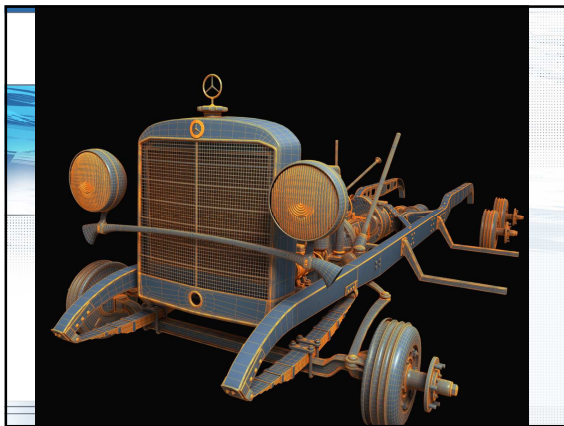
---

---

---

---

---



---

---

---

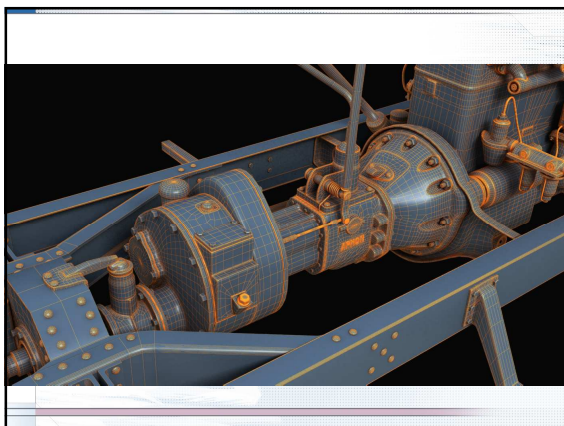
---

---

---

---

---



---

---

---

---

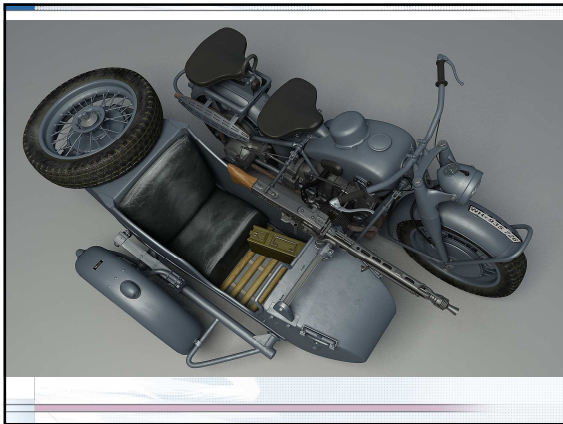
---

---

---

---





---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

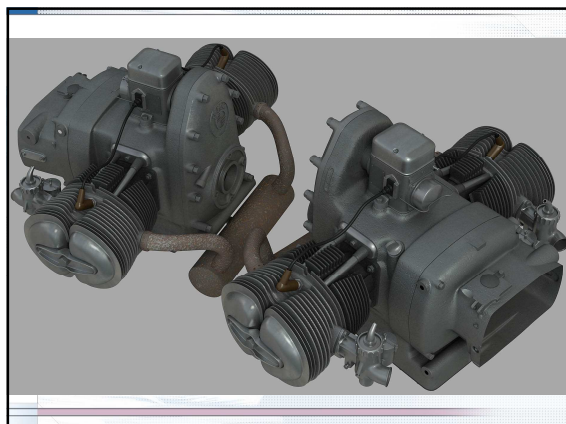
---

---

---

---

---



---

---

---

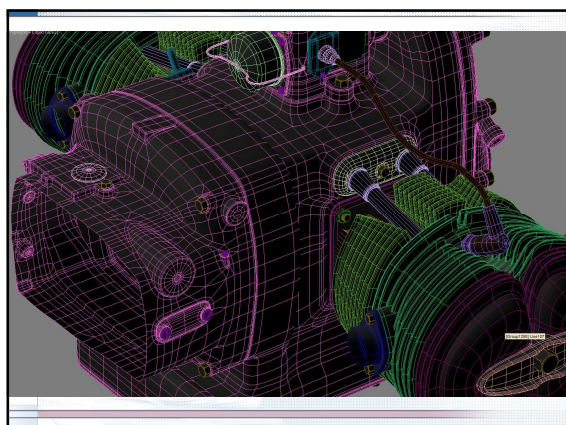
---

---

---

---

---



---

---

---

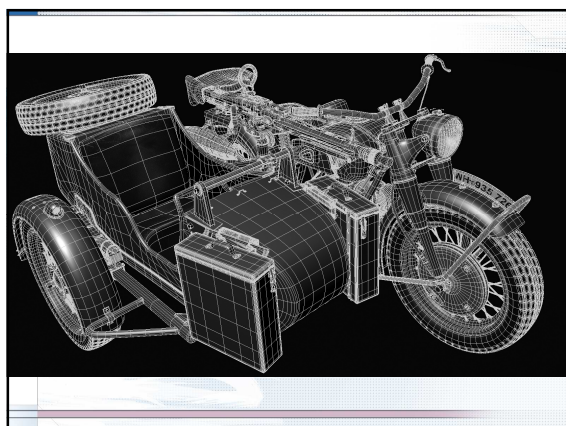
---

---

---

---

---



---

---

---

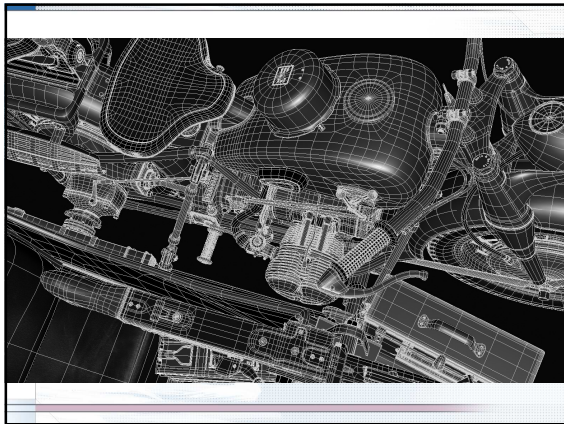
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

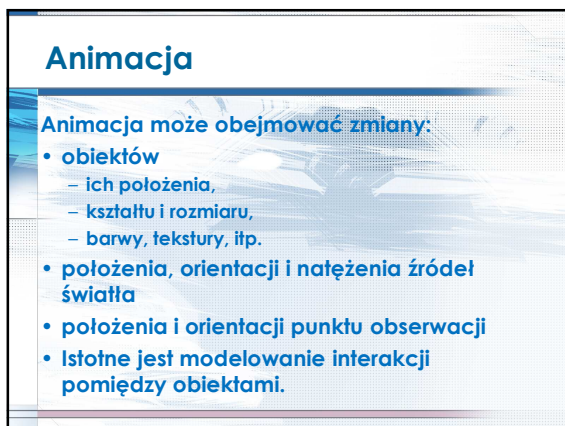
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

### Zastosowanie animacji komputerowej

- projektowanie wspomagane komputerowo;
- efekty specjalne w filmach klasycznych;
- gry komputerowe i symulatory edukacyjne;
- filmy animowane;
- prezentacje multimedialne, wizualizacja danych;
- elementy stron internetowych;
- symulacja procesów (wizualizacje naukowe);
- reklamy i grafika telewizyjna oraz grafika użytkowa;
- urbanistyka i architektura (także wizualizacja wnętrza);

---

---

---

---

---

---

---

---

### Rodzaje animacji komputerowej

Metody tworzenia animacji komputerowych:

- animacja poklatkowa – tworzenie każdej ramki animacji po kolei, najczęściej w postaci mapy bitowej;
- zastosowanie ramek kluczowych – generowanie wybranych ramek, pozostałe są interpolowane;
- skrypty – opisują zmianę właściwości obiektów (położenia, wyglądu), stosowane np. w grach komputerowych;

---

---

---

---

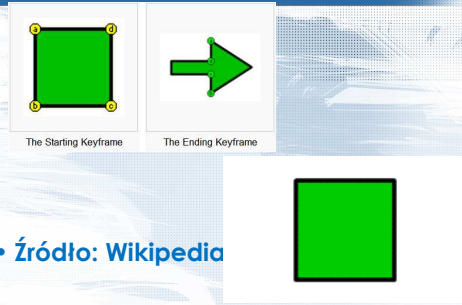
---

---

---

---

### Metoda klatek kluczowych



• Źródło: Wikipedia

---

---

---

---

---

---

---

---



### Powiązania obiektów w animacji (1)

- Dla animacji złożonych obiektów, wymagane jest zdefiniowanie połączeń obiektów.
- Jest to istotne podczas przenoszenia wpływu ruchu jednych obiektów na drugie.
- Klasyczny przykład - postać ludzka składająca się z części ciała połączonych ruchomymi stawami.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Powiązania obiektów w animacji (2)

- Ułatwieniem w projektowaniu ruchu jest zastosowanie kinematyki odwrotnej (IK – ang. *inverse kinematics*).
- Położenie obiektów potomnych określa się poprzez zastosowanie dodatkowego obiektu kontrolującego.
- Wystarczy zaprojektować np. trajektorię ruchu dłoni, a wtedy położenie ramienia i przedramienia (w kolejnych krokach animacji) zostaną przez komputer.

---

---

---

---

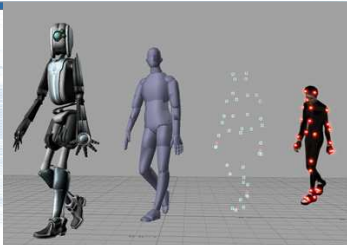
---

---

---

---

### Motion Capture



- Źródło: Wikipedia

---

---

---

---

---

---

---

---

### Zjawiska fizyczne w animacji

- Fizyczny model ruchu obiektu pod wpływem działających na niego sił:
  - kierunek ruchu;
  - prędkość, przyspieszenie;
  - grawitacja;
  - tarcie;
  - sprężystość (zderzenia, odbicia);
  - trwałe odkształcenia, uszkodzenia, itp.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Współczesne animacje komputerowe 3D

- Animacje skomplikowanych scen
- Animacje obiektów na skutek interakcji
- Animacje obiektów pod wpływem warunków środowiska naturalnego oraz czynników zewnętrznych
- Animacje mimiki twarzy

---

---

---

---

---

---

---

---

### Jesteśmy świadkami rewolucji?

- Efekty specjalne a renderowanie rzeczywistości?
  - Animacja postaci;
  - Szkielet, kości;
  - Wyraz twarzy;
  - Mięśnie, Skóra;
  - Dodatkowe elementy ruchu: włosy, ubranie.
- Motion Capture i Performance Capture

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

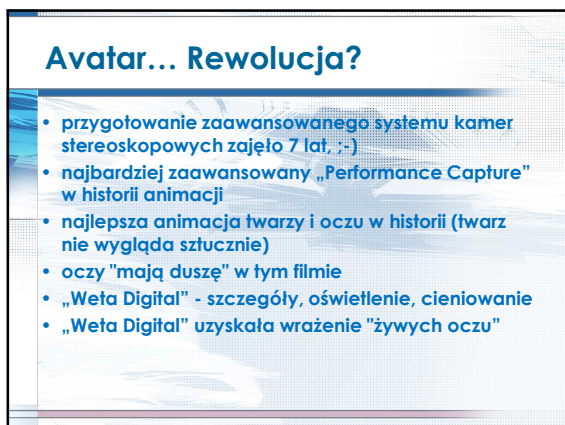
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

### TV w 3D

**Okulary:**

- anaglifowe,
- polaryzacyjne,
- aktywne (migawkowe),



**Różne sposoby wyświetlania:**

- › dwa nałożone na siebie kolorowe obrazy,
- › filtrowania określonej „części” obrazu dla jednego oka poprzez polaryzację,
- › wyświetla naprzemiennie obraz dla lewego i prawego oka, a okulary „zasłaniają” obrazy.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Zastosowanie grafiki komputerowej



---

---

---

---

---

---

---

---

### Zastosowanie grafiki komputerowej

- Niektóre obszary zastosowania, które w znaczącym stopniu korzystają z grafiki komputerowej to:
  - Projektowanie wspomaganie komputerowo CAD/CAM
  - Wizualizacja danych (w tym naukowych)
  - Filmy, efekty specjalne, animacje komputerowe
  - Gry i rozrywka cyfrowa
  - Wirtualna / Rozszerzona rzeczywistość (Virtual/Augmented)
  - Interfejsy NUI (ang. Natural User Interface)
- UWAGA: Istnieje wiele innych, gdzie grafika wykorzystywana jest w różnym stopniu

---

---

---

---

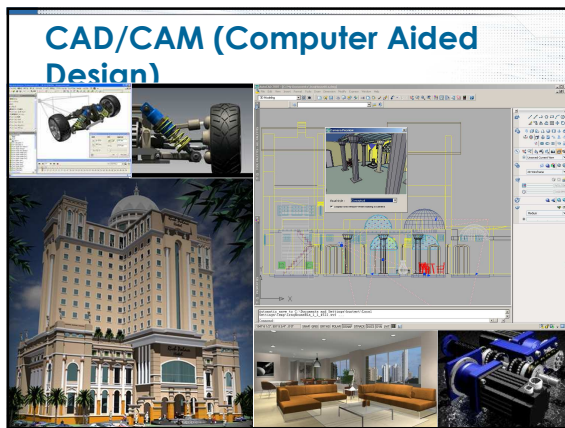
---

---

---

---





---

---

---

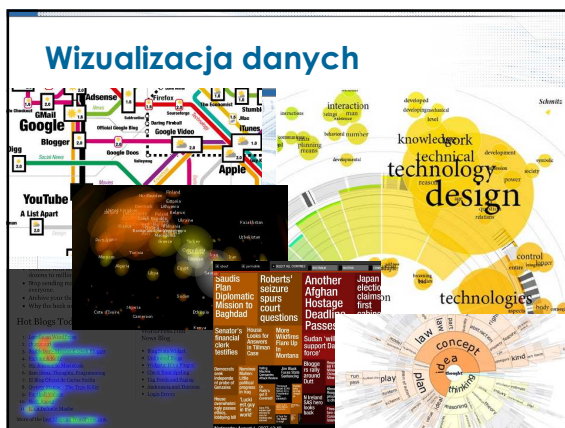
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

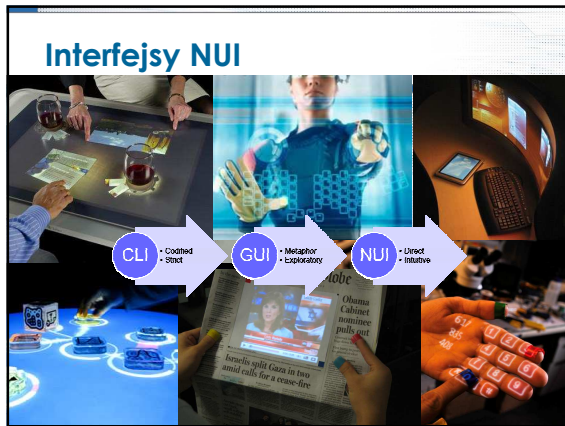
---

---

---

---

---



---

---

---

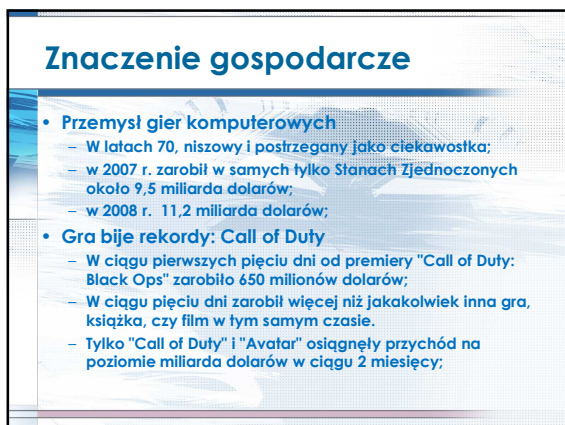
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



**Warsztaty**

Transformacje 3D (obroty, przesunięcia, skalowanie)

3D transformation  
<http://www.netgraphics.sk/3d-transformations>

---

---

---

---

---

---

---

---

**Warsztaty**

Projekcja z przestrzeni 3D do 2D

3D projection / Projection  
<http://www.netgraphics.sk/projection>

---

---

---

---

---

---

---

---

**Warsztaty**

Nakładanie tekstur na kulę, z możliwością sterowania parametrami

Textures  
<http://www.netgraphics.sk/projection>

---

---

---

---

---

---

---

---



# **Wirtualna Rzeczywistość: Fotorealistyczna grafika i animacja 3D**

**Wydział Informatyki, Politechnika Białostocka,  
Katedra Mediów Cyfrowych i Grafiki Komputerowej  
dr inż. Paweł Tadejko, [p.tadejko@pb.edu.pl](mailto:p.tadejko@pb.edu.pl)**

# Zawartość

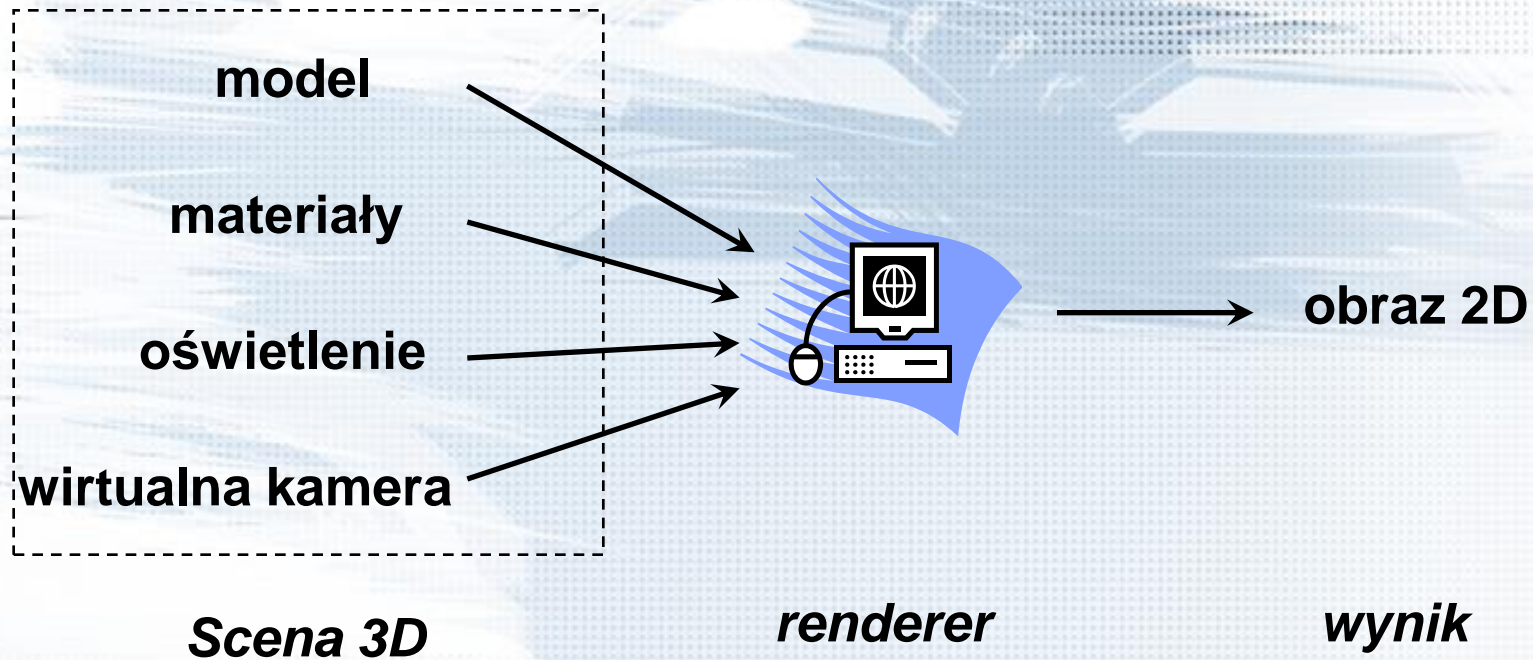
- Wprowadzenie
- Krótka historia obrazkowa
- Jak jest zbudowana scena 3D?
- Model -> Oświetlenie -> Tekstura
- Renderowanie i realizm obrazu
- Zastosowanie grafiki



# Co to jest Grafika 3D

- Punkty określone w przestrzeni 3D
- Obiekty mają szerokość, wysokość i głębokość
- Mamy możliwość obrócenia obiektów, spojrzenia na scenę z innego punktu widzenia
- Przykłady: gry, wizualizacje architektoniczne, filmowe efekty specjalne

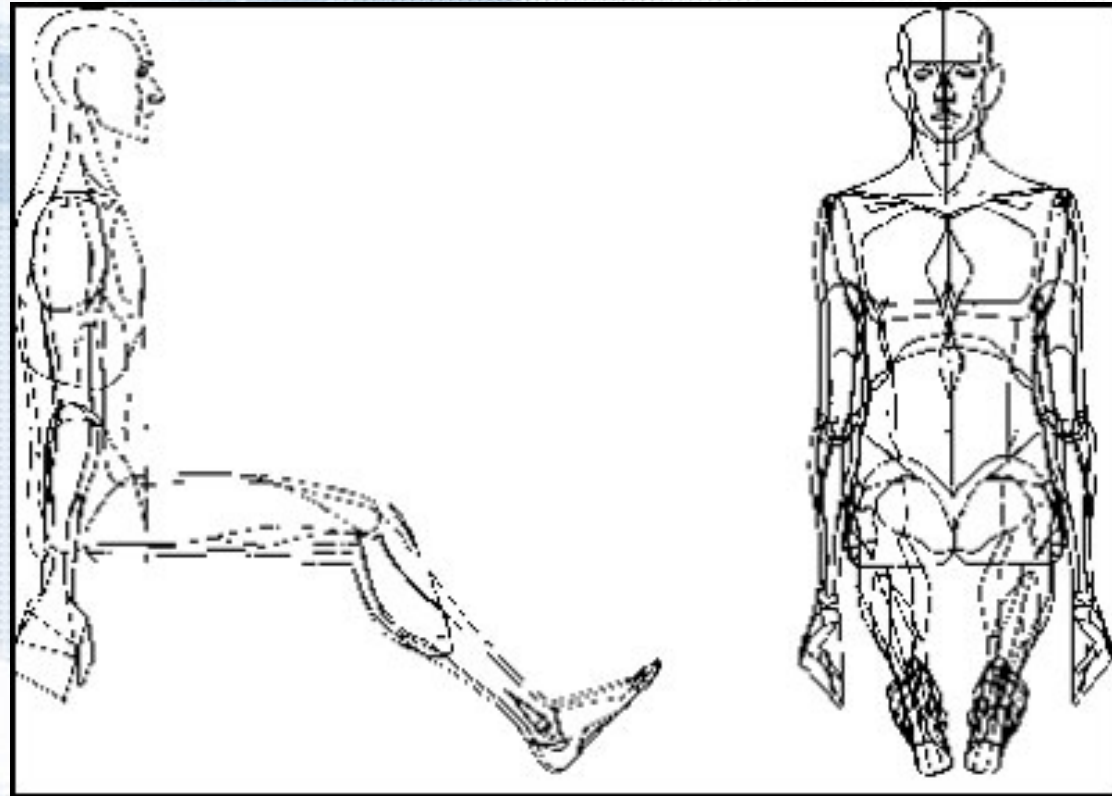
# Wizualizacja. Jak powstaje?





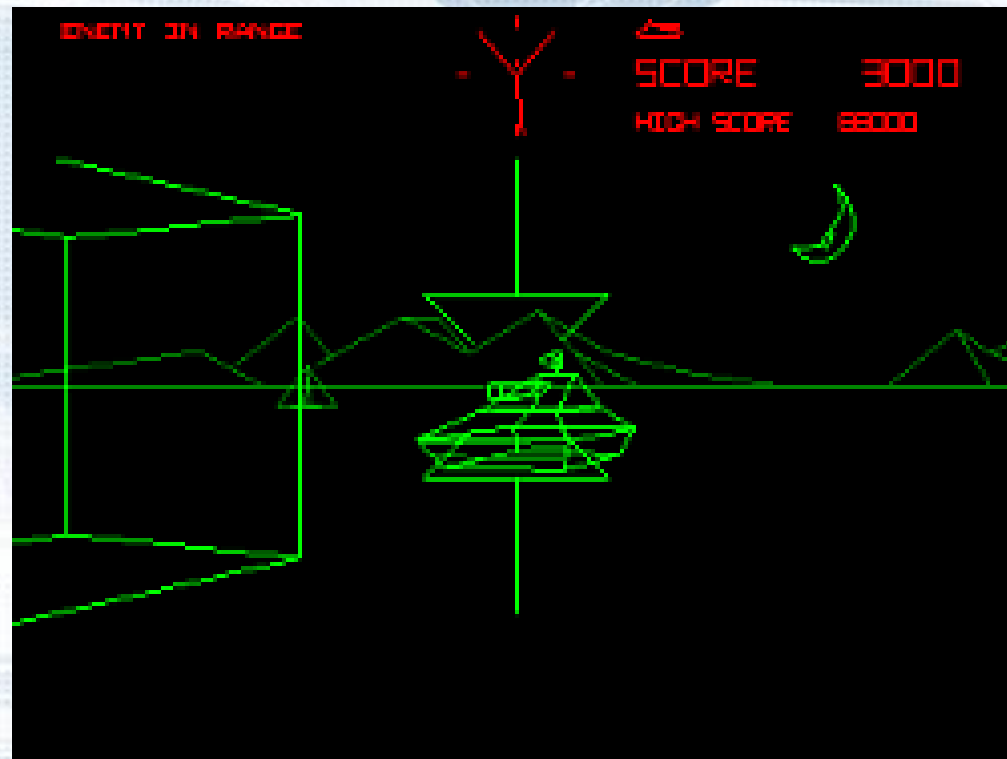
# Trochę historii: 1960

- W 1960 r., projektant William Fetter, próbuje wykorzystać grafikę 3D w celu zaprojektowania kokpitu Boeinga.



# Trochę historii: 1980

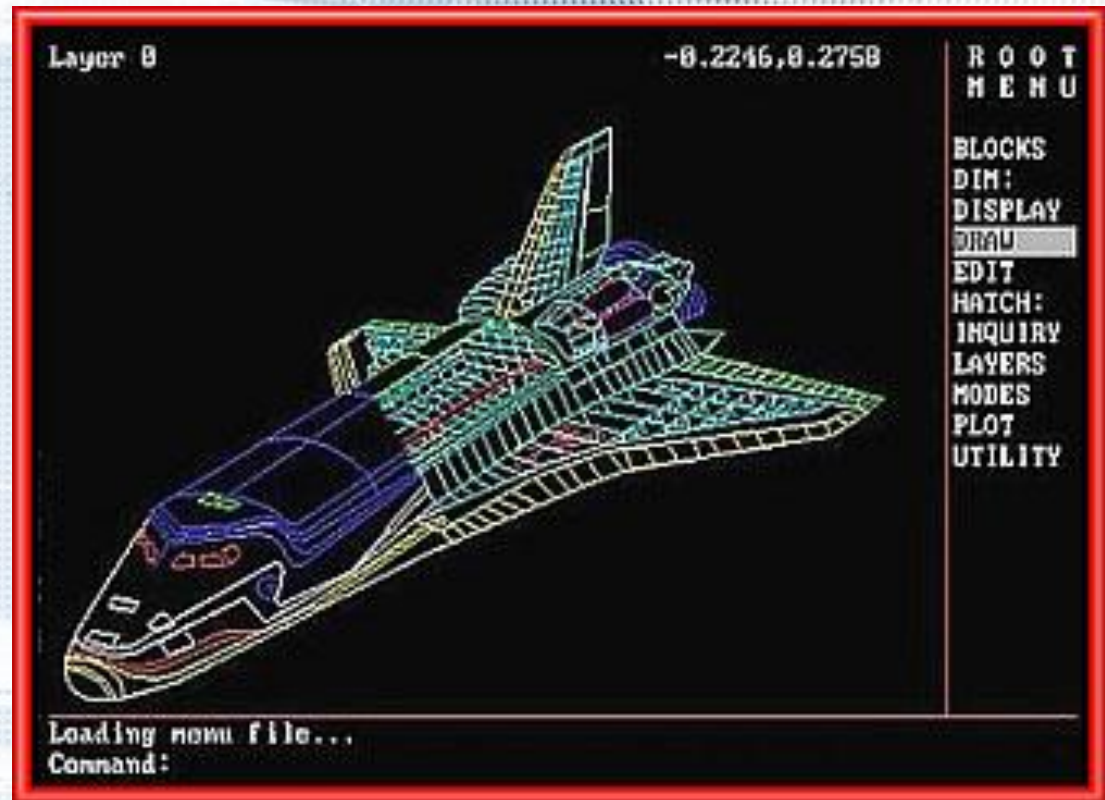
- Gra Battlezone na Atari była pierwszą prawdziwą aplikacją 3D na komputery osobiste





# Trochę historii: 1982

- Ekran programu Autocad i jeden z jego słynnych, przykładowych rysunków



# Trochę historii: 1983

- Gra „I, Robot” na Atari





# Trochę historii: 1994

- Gra „Star Wars: TIE Fighter”



# Trochę historii: 1999

- Nowa jakość w grafice w grach





# Trochę historii:2000



KATEDRA

TOMEK BAGIŃSKI  
PLATIGE IMAGE

# Trochę historii:2004





# Trochę historii:2009







**Jak to wszystko  
działa?**

# Jak to wszystko działa?

Model

Transformacje

Oświetlenie

Renderowanie

Tekstury

Jak zbudowana jest scena?

# Jak to wszystko działa?

Model

Transformacje

Oświetlenie

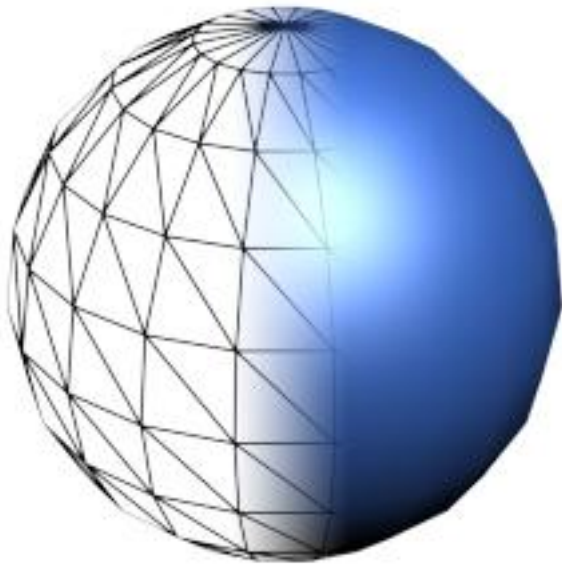
Renderowanie

Tekstury

Jak zbudowana jest scena?

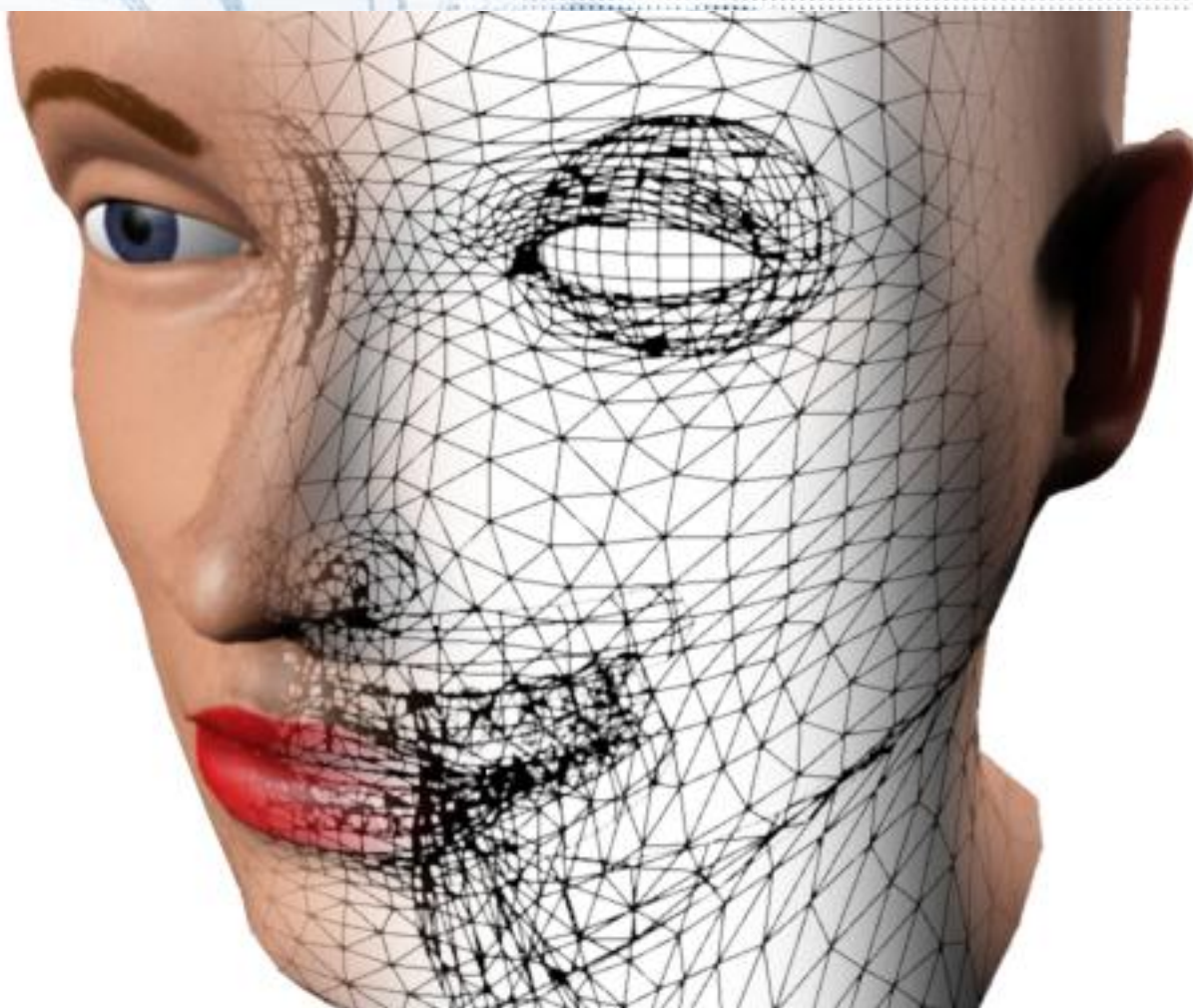


# Model powierzchni



- Dowolną powierzchnię można przybliżyć przy pomocy siatki składającej się z trójkątów.
- Im większa ilość trójkątów (mniejszy ich rozmiar) tym większa dokładność.

# Model powierzchni



# Jak to wszystko działa?

Model

**Transformacje**

Oświetlenie

Renderowanie

Tekstury

Jak zbudowana jest scena?



# Transformacje

- ciąg operacji matematycznych zmieniających położenie punktu
- przekształcenia wszystkich punktów z których jest zbudowany obiekt
- opisujemy przy pomocy zapisu macierzowego



# Operacje matematyczne

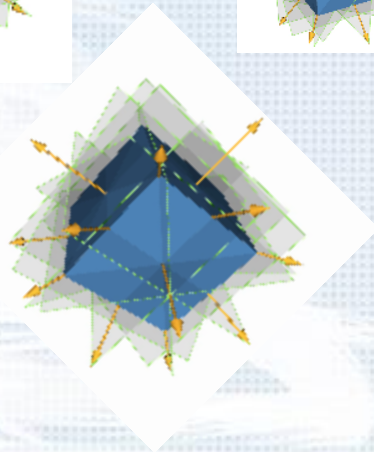
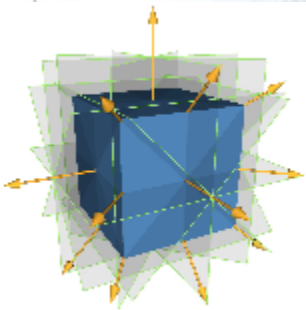
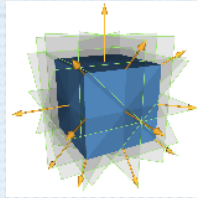
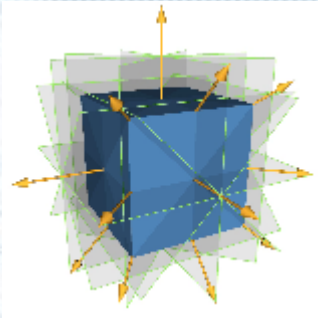
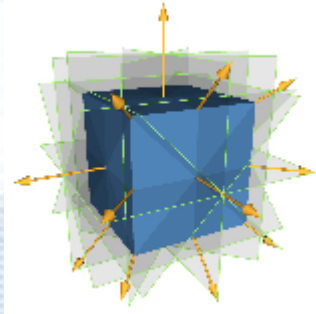
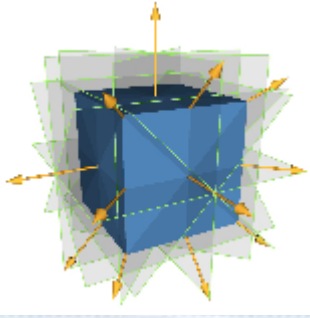
$$\begin{bmatrix} x' & y' & z' & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x & y & z & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} M_{11} & M_{12} & M_{13} & M_{14} \\ M_{21} & M_{22} & M_{23} & M_{24} \\ M_{31} & M_{32} & M_{33} & M_{34} \\ M_{41} & M_{42} & M_{43} & M_{44} \end{bmatrix}$$

$$x' = (x \times M_{11}) + (y \times M_{21}) + (z \times M_{31}) + (1 \times M_{41})$$

$$y' = (x \times M_{12}) + (y \times M_{22}) + (z \times M_{32}) + (1 \times M_{42})$$

$$z' = (x \times M_{13}) + (y \times M_{23}) + (z \times M_{33}) + (1 \times M_{43})$$

# Przykłady transformacji



**Przesunięcie  
(translacja)**

**Skalowanie**

**Obrót  
(rotacja)**

# Jak to wszystko działa?

Model

Transformacje

**Oświetlenie**

Renderowanie

Tekstury

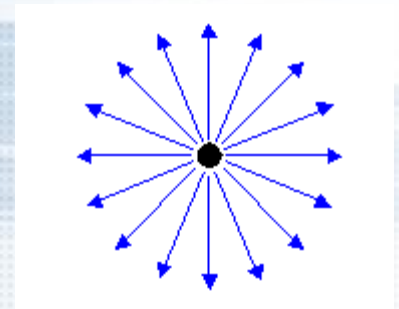
Jak zbudowana jest scena?



# Typy świateł

- **Point light**

- kolor i pozycja
- świeci we wszystkich kierunkach (np. żarówka)
- natężenie zależy od odległości i intensywności

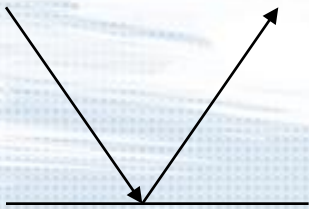


- **Directional**

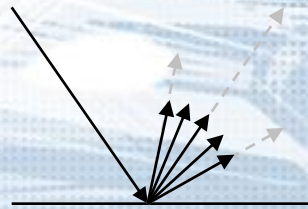
- kolor i kierunek
- świeci równoległe
- źródło światła w nieskończoności (np. słońce)



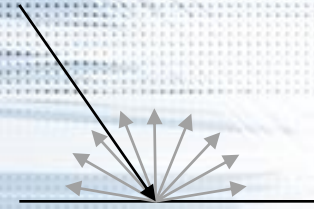
# "Fizyka" światła



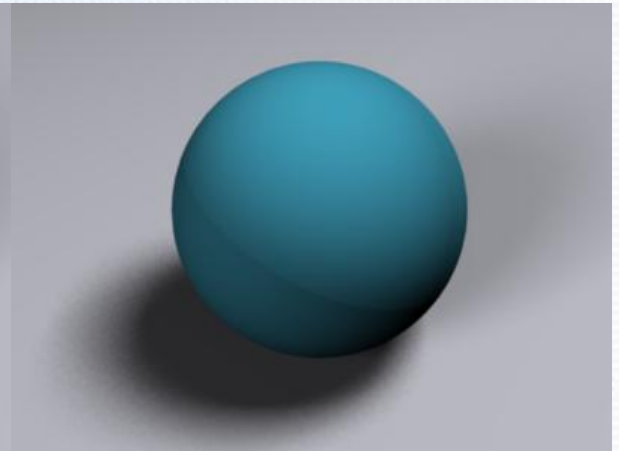
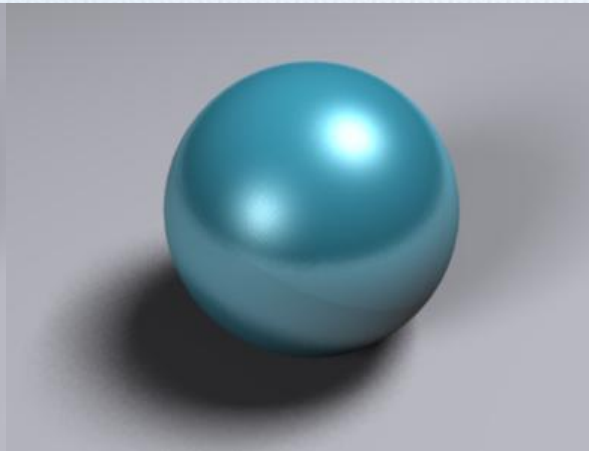
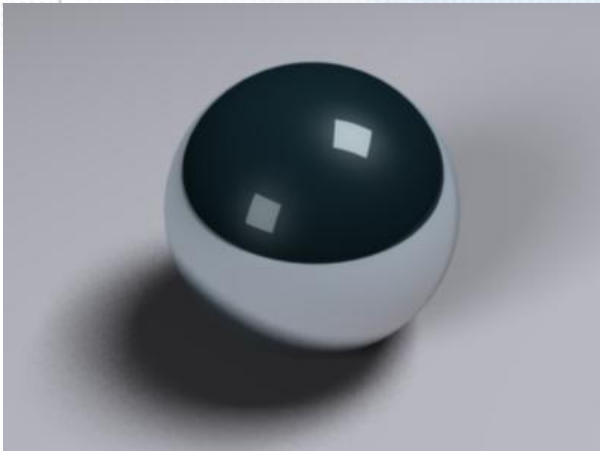
Odbicie zwierciadlane



Odbicie rozproszone



Odbicie idealnie rozproszone



# Jak to wszystko działa?

Model

Transformacje

Oświetlenie

**Renderowanie**

Tekstury

Jak zbudowana jest scena?



# Renderowanie brył

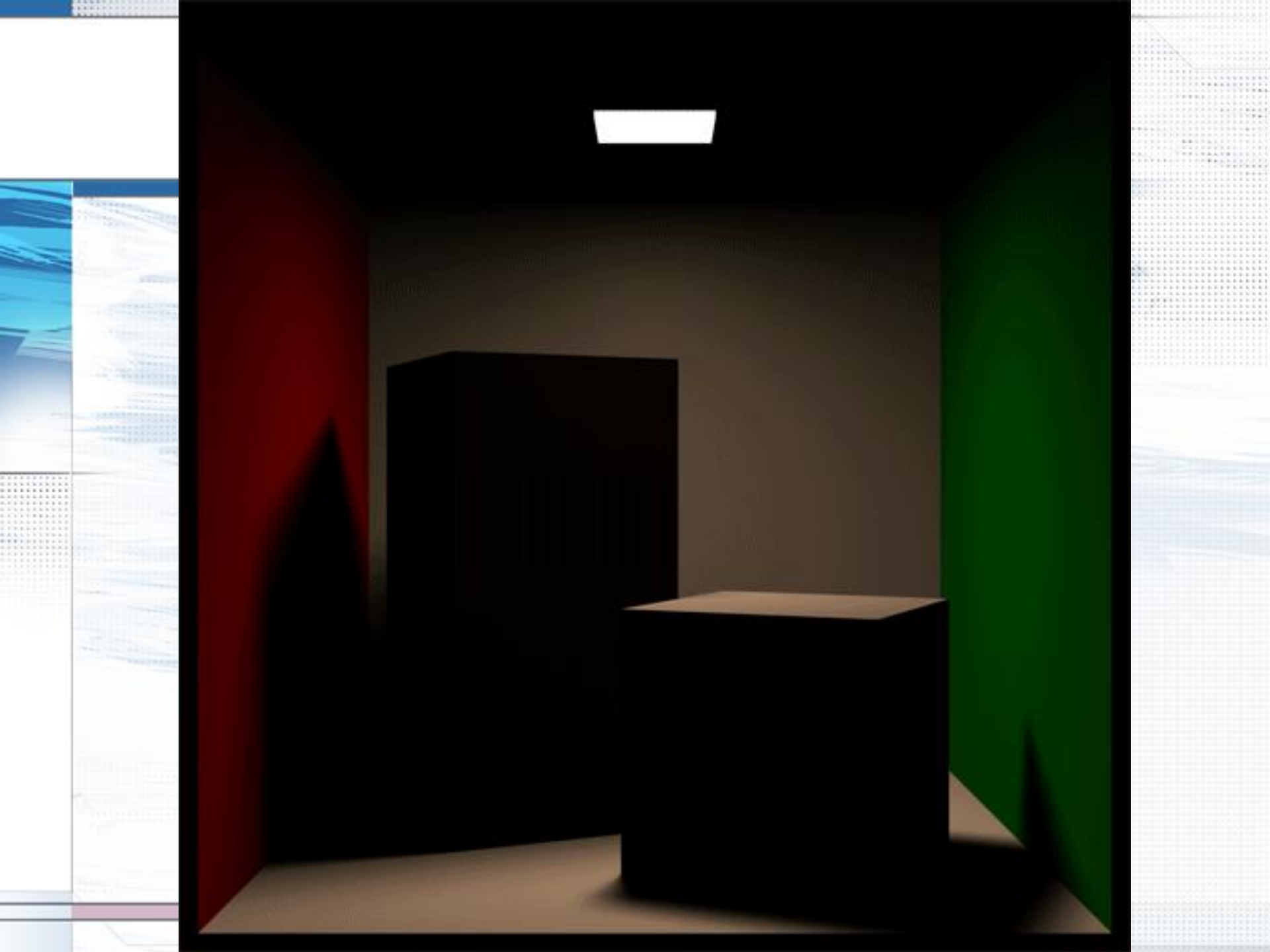
- Ustawienie świateł
- Ustawienie macierzy transformacji
- Ustawienie źródeł danych
  - vertex buffer (pozycja wierzchołka, normalna, współrzędne tekstury, kolor)
  - tekstury
- Wykonanie instrukcji renderującej

# Zaawansowana matematyka

$$B(x) dA = E(x) dA + \rho(x) dA \int_S B(x') \frac{1}{\pi r^2} \cos \theta_x \cos \theta_{x'} \cdot \text{Vis}(x, x') dA'$$

$$B_i = E_i + \rho_i \sum_{j=1}^n F_{ij} B_j$$

$$A_i B_i = A_i E_i + \rho_i \sum_{j=1}^n A_j B_j F_{ji}$$





# Jak to wszystko działa?

Model

Transformacje

Oświetlenie

Renderowanie

**Tekstury**

Jak zbudowana jest scena?

# Zastosowanie tekstur

- **Tekstura dodatkowo określa wygląd obiektu**
  - szczegóły obiektu znajdują się w obrazie z teksturą a nie w geometrii
- **Mapowanie tekstury - proces przyporządkowania tekstury dla obiektu**
- **Bardzo powszechnie stosowane w wizualizacji 3d**

# Przykład





# Jak to wszystko działa?

Model

Transformacje

Oświetlenie

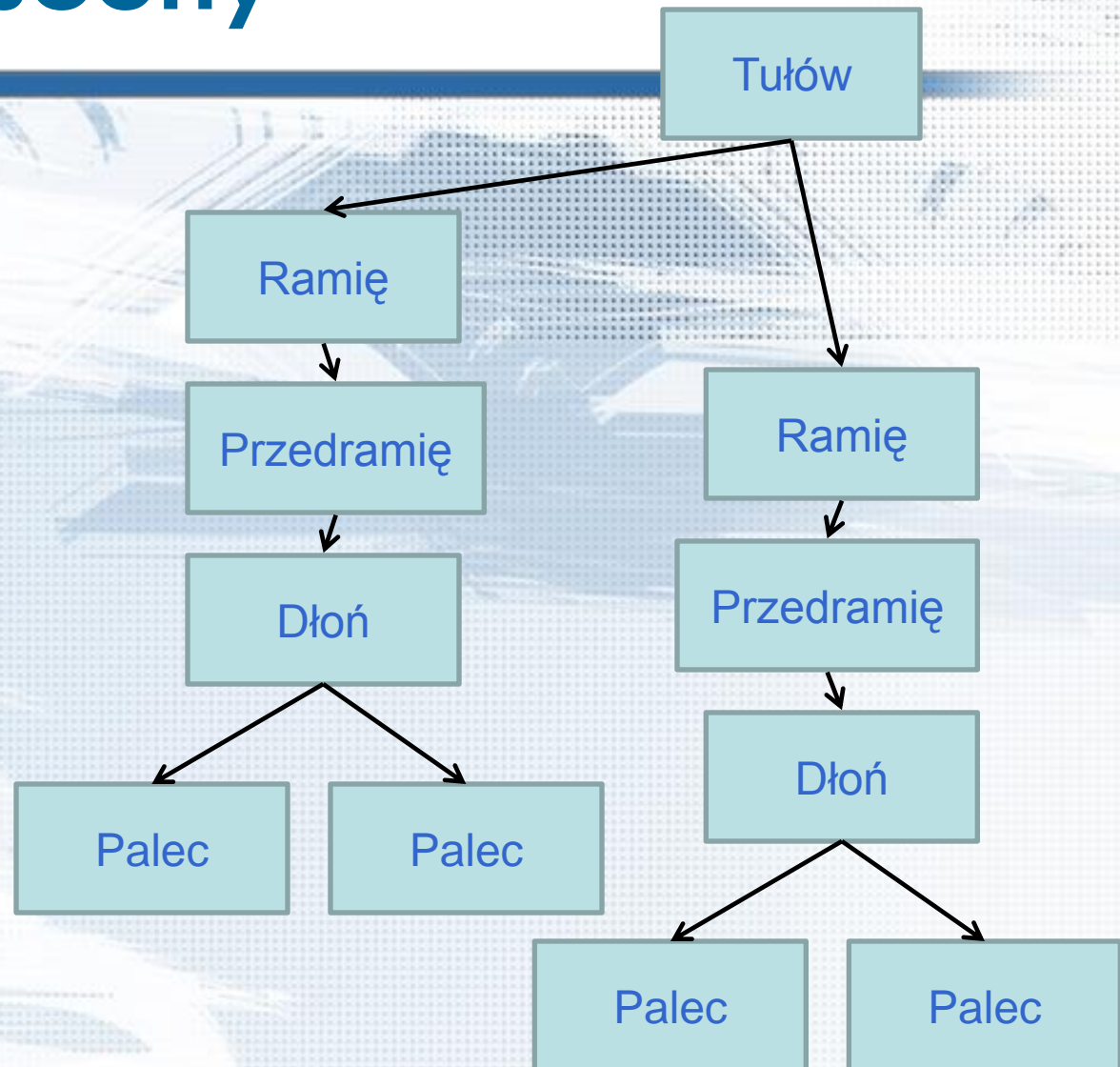
Renderowanie

Tekstury

**Jak zbudowana jest scena?**

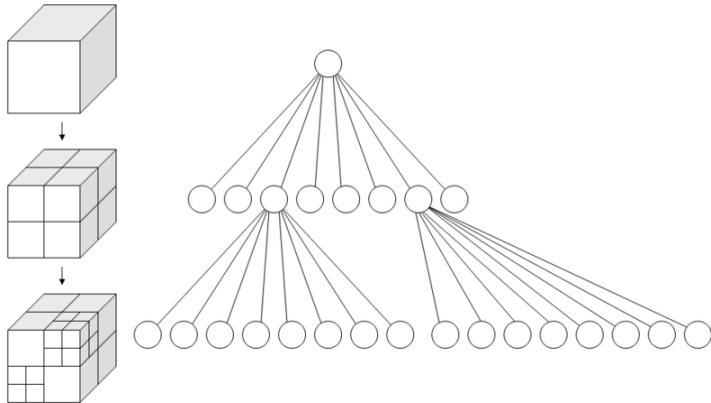
# Struktura sceny

- Logiczna struktura obiektów w scenie
- W postaci drzewa

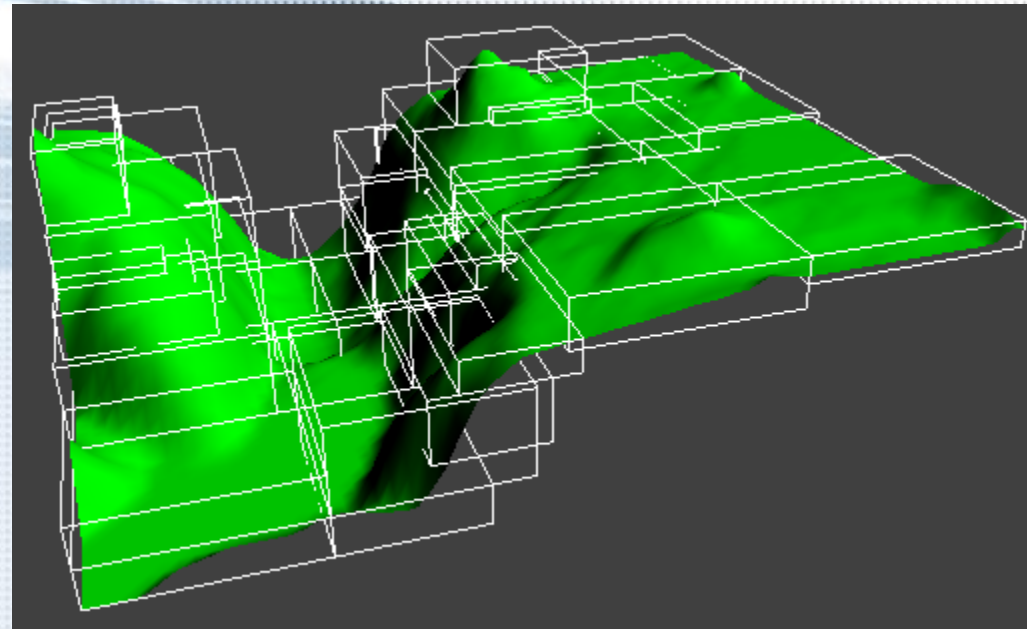


# Drzewa ósemkowe

- Drzewo, w którym każdy węzeł ma 8 potomków
- Każdy węzeł odpowiada



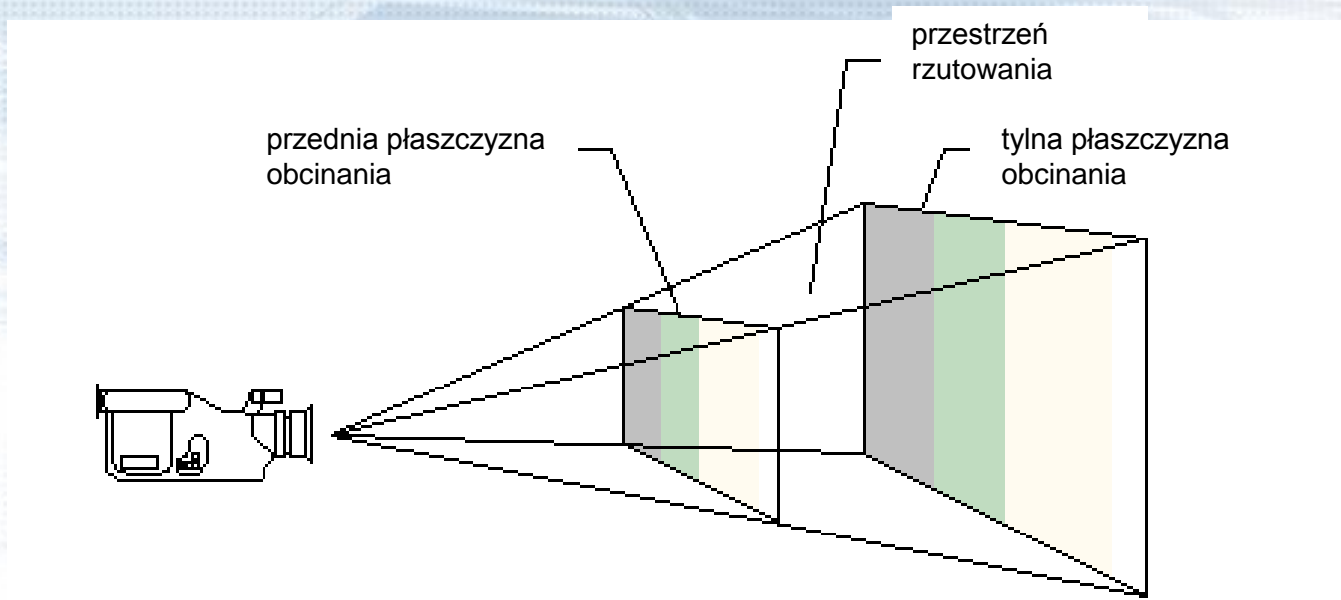
Obrazy z en.wikipedia.org





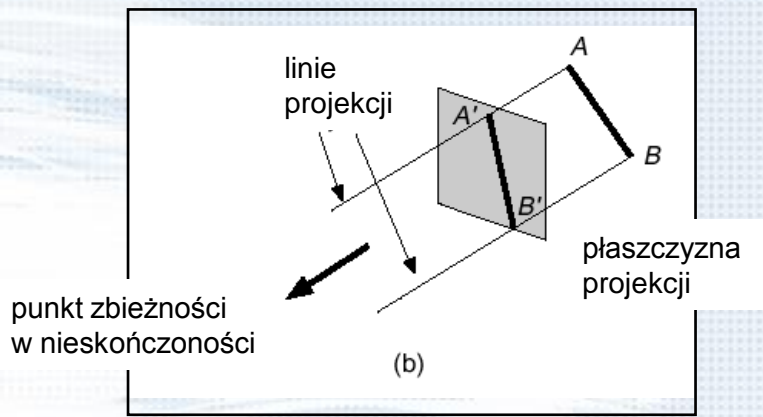
# Ostrołup widzenia

- Kształt ostrołupa określa sposób przekształcenia z przestrzeni kamery na przestrzeń ekranu
- Przekształcenie perspektywiczne – obiekty leżące bliżej są powiększane

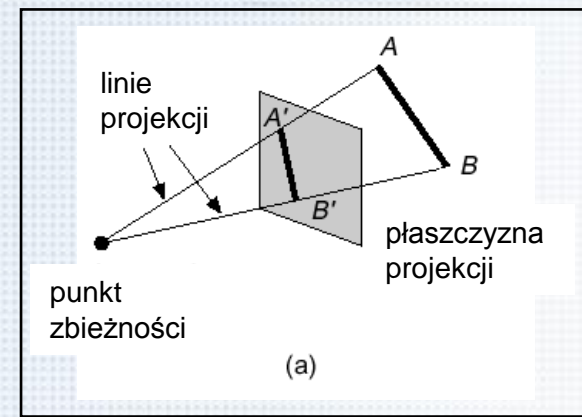


# Rzutowanie przestrzeni 3D

- Dwa podstawowe rodzaje rzutowania z przestrzeni 3D do przestrzeni 2D:
  - Rzutowanie równoległe prostokątne
  - Rzutowanie perspektywiczne
- W rzutowaniu wyróżnia się płaszczyznę rzutowania i promienie rzutowania.

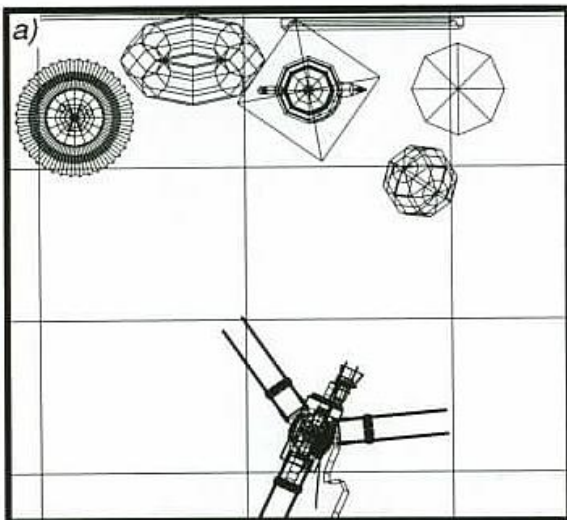


rzutowanie równoległe



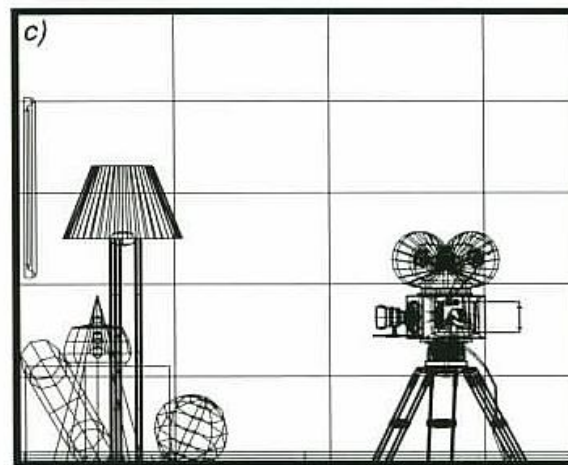
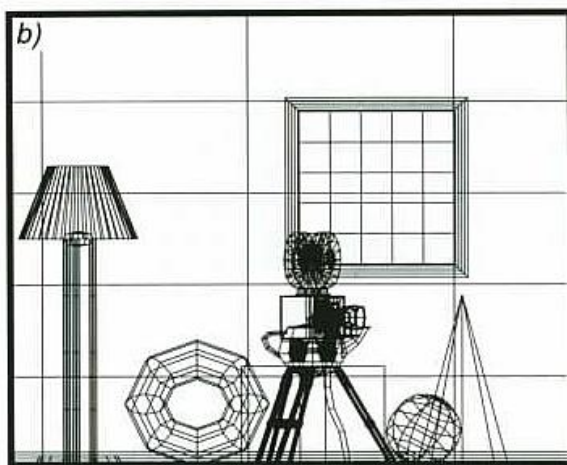
rzutowanie perspektywiczne

# Rzut równoległy prostokątny



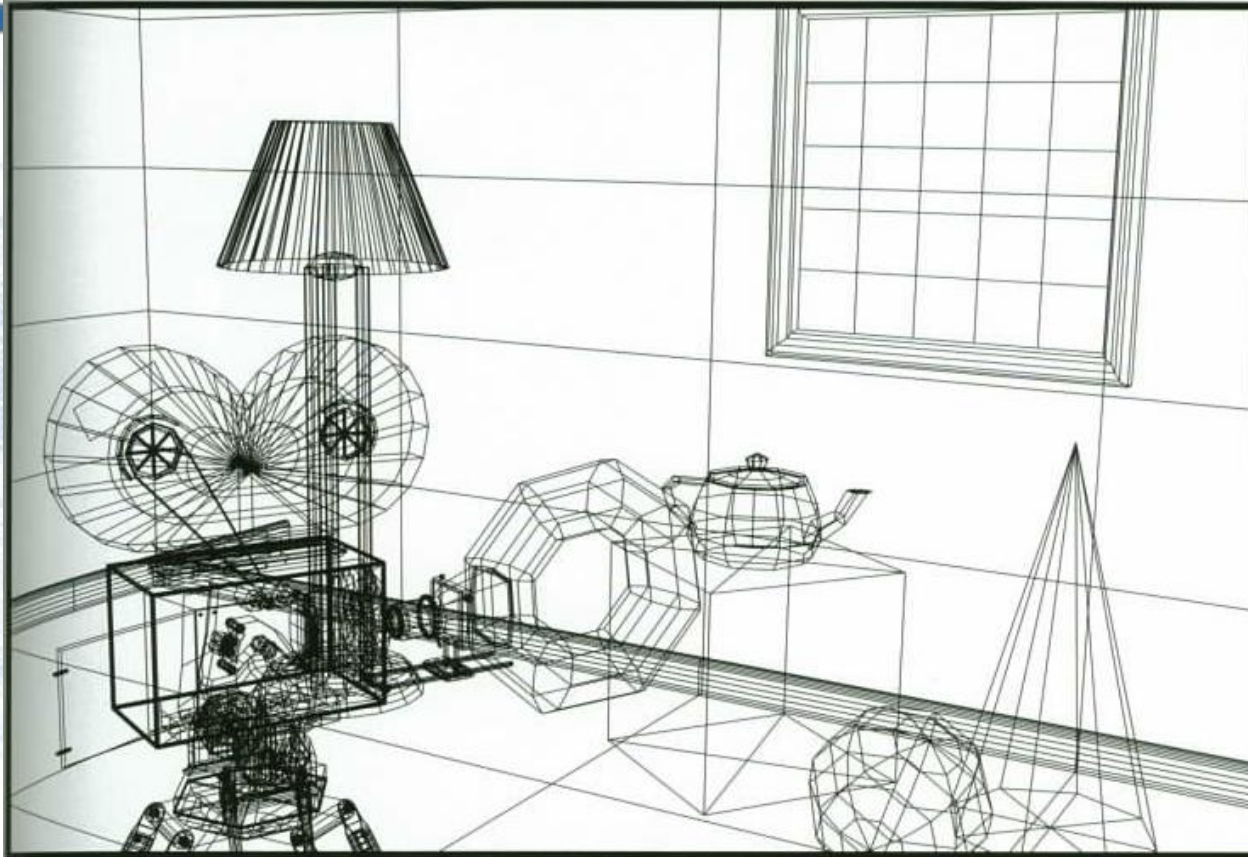
Fot. 24. *Shutterbug*. Pokój z kamerą filmową. Rzuty prostokątne (punkty 6.2.2 i 12.3.1): a) rzut górny; b) rzut przedni; c) rzut boczny. Modele wielokątowe wygenerowano dla plików opisanych funkcjami sklejanymi (Copyright © 1990, Pixar. Rendering wykonany przez Thomasa Williama i H. B. Siegala za pomocą programu PhotoRealistic Renderman™ firmy Pixar)

(Źródło: J.D. Foley i inni, Wprowadzenie do grafiki komputerowej, WNT, Warszawa, 1995)





# Rzut perspektywiczny



**Plate II.23** *Shutterbug*. Perspective projection (Sections 6.1.1 and 14.3.3). (Copyright © 1990, Pixar. Rendered by Thomas Williams and H.B. Siegel using Pixar's PhotoRealistic RenderMan™ software.)

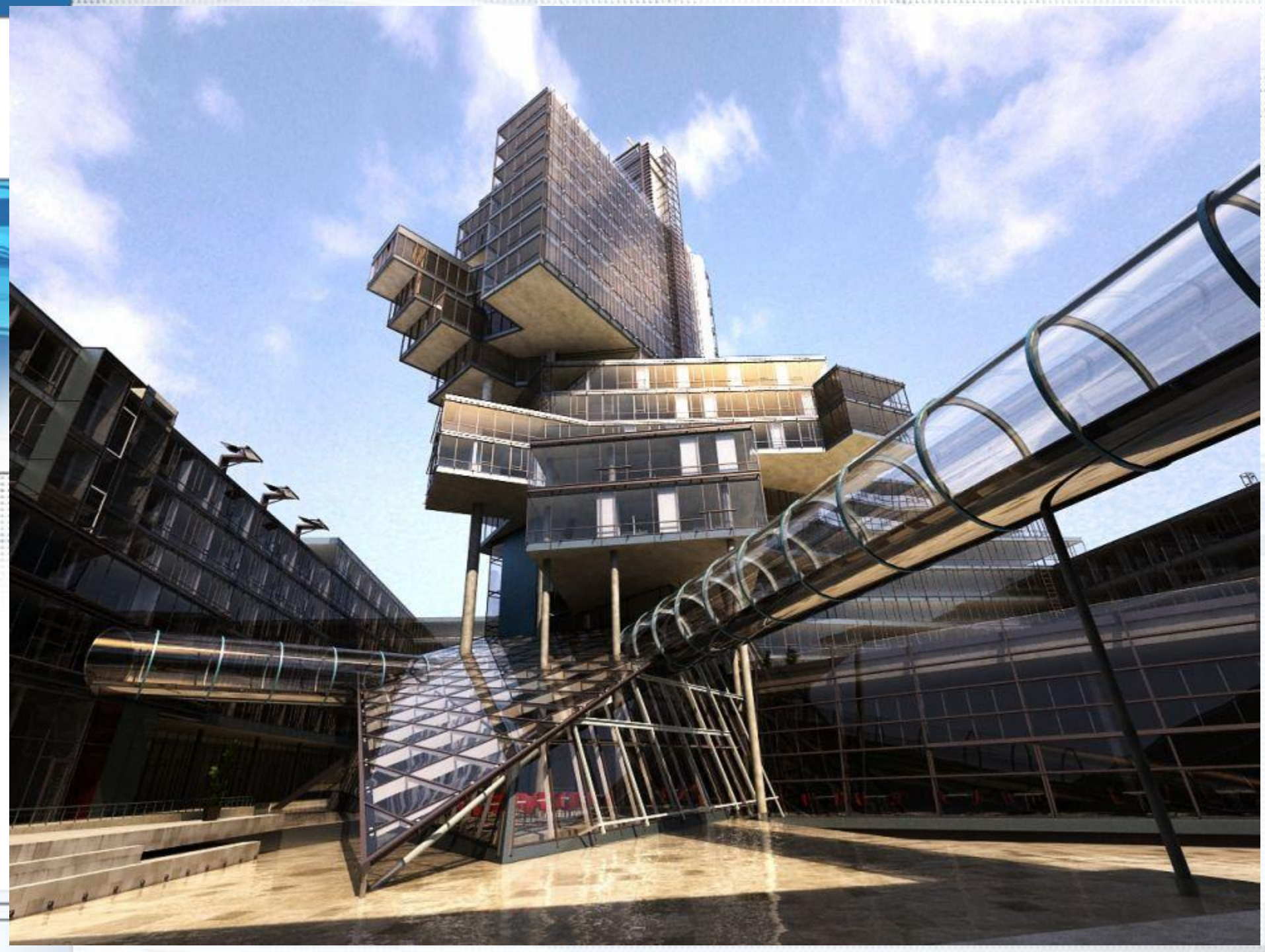
**Co otrzymujemy w efekcie?**

**[www.evermotion.org](http://www.evermotion.org)**











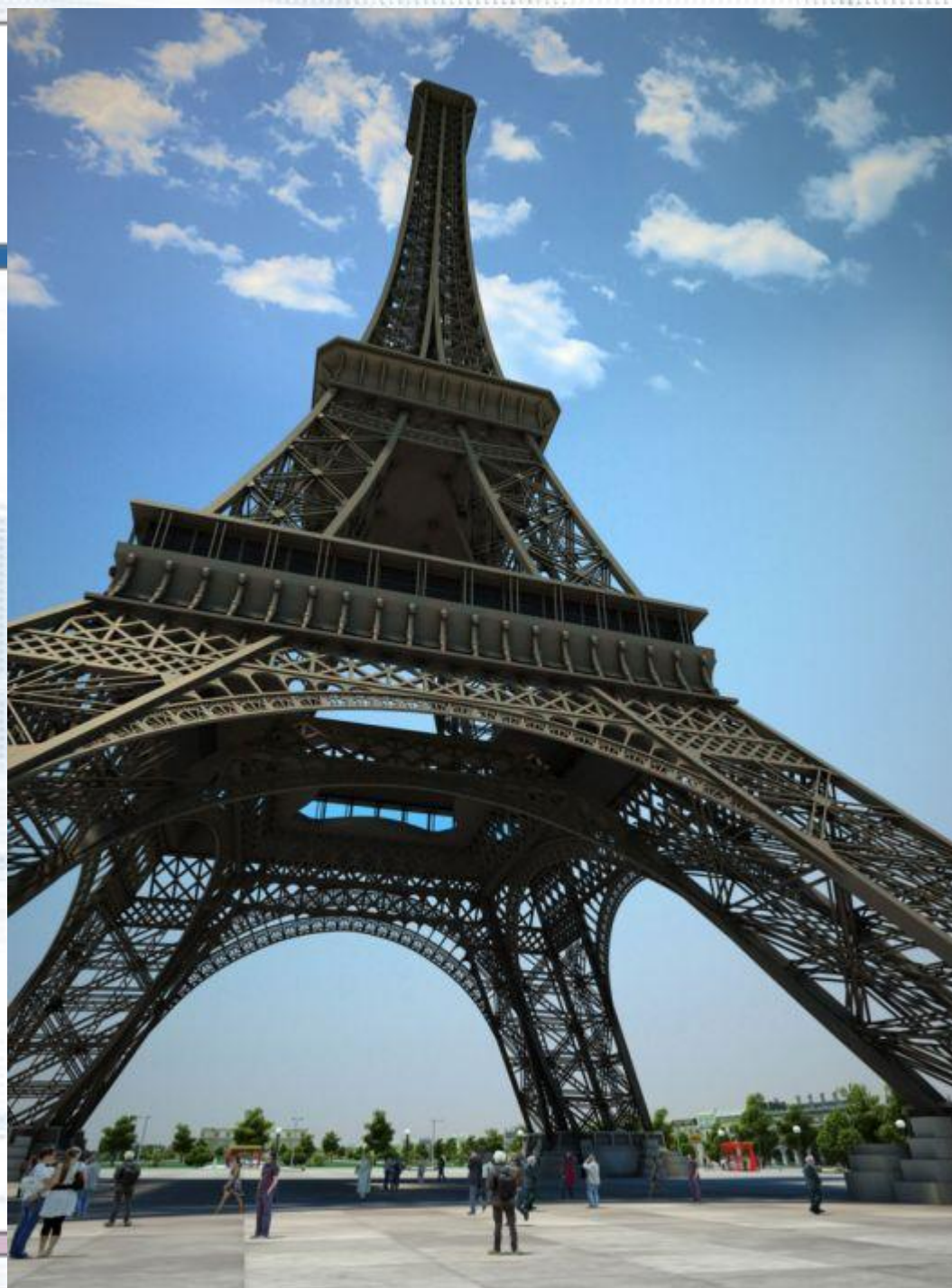
























































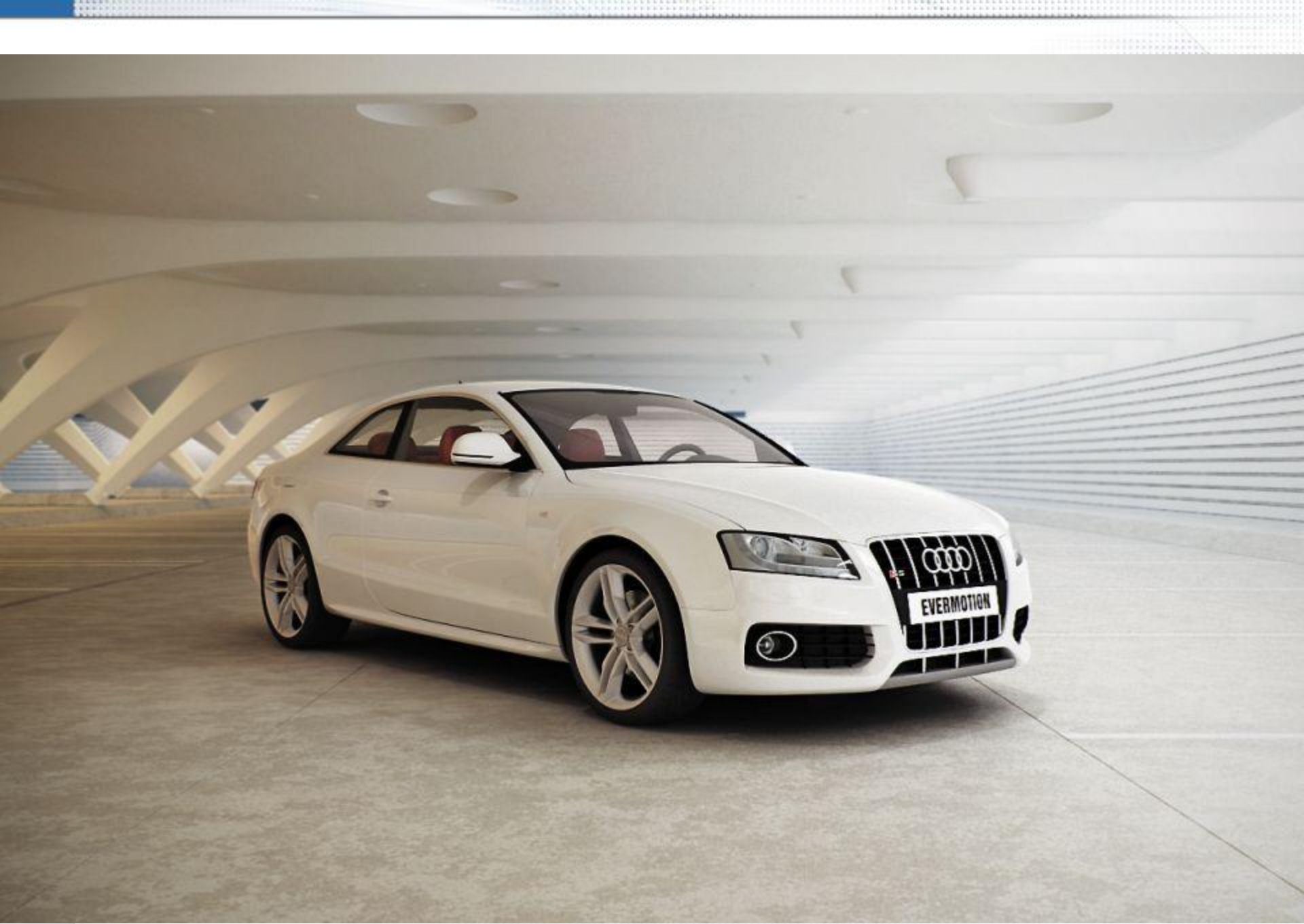




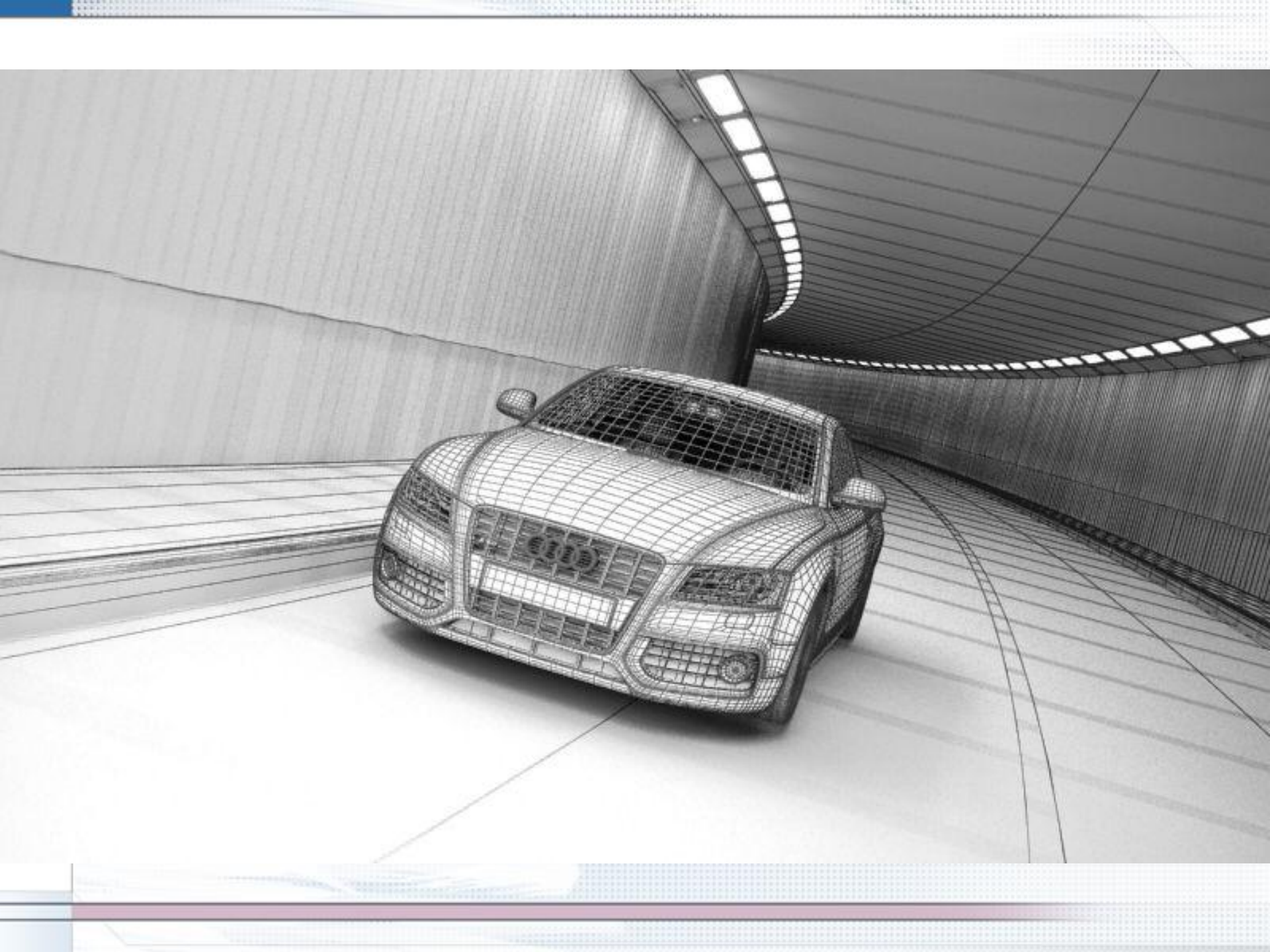














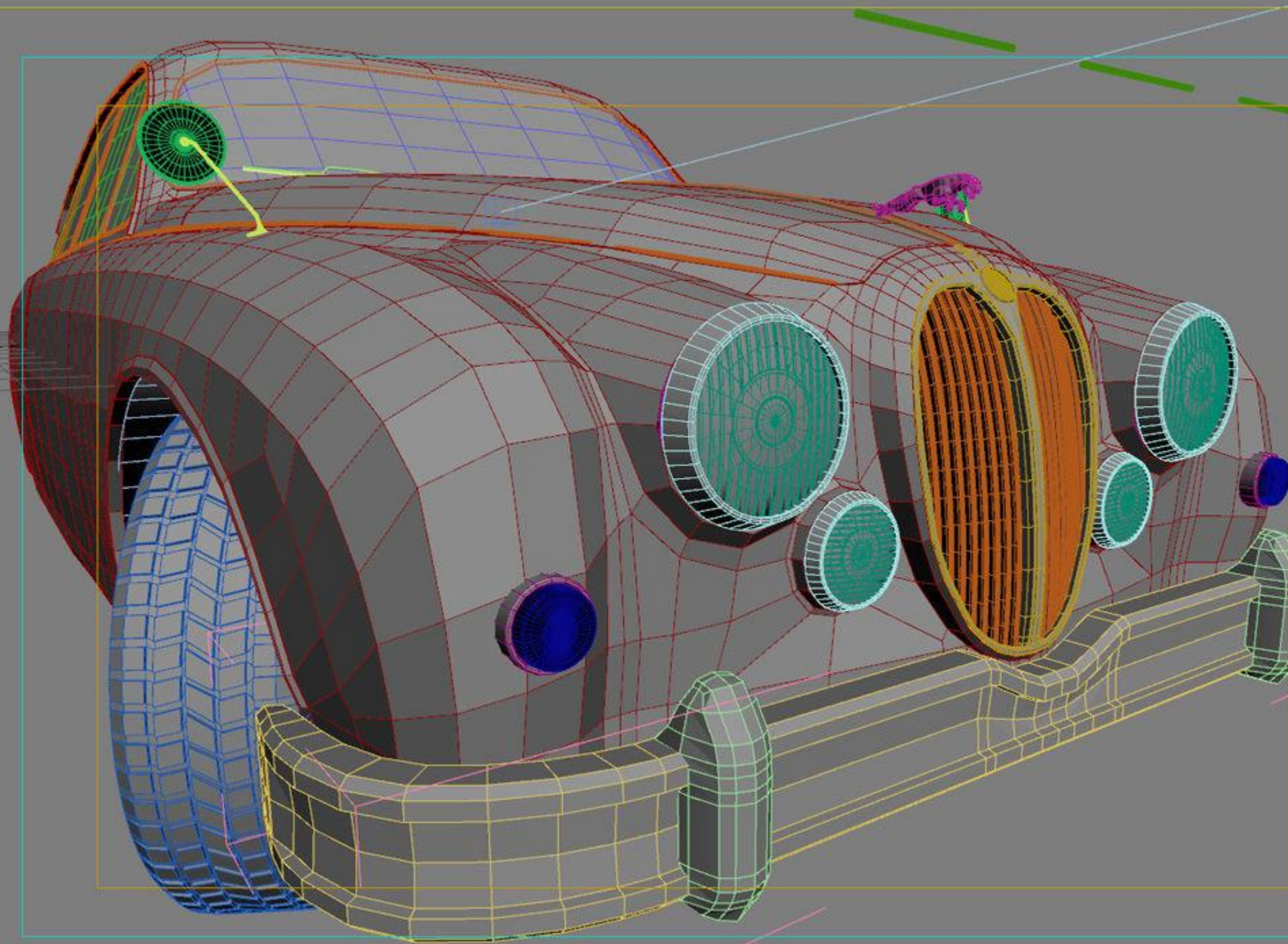


**Co otrzymujemy w efekcie?**

**Pixel Factory**  
**Wojciech Niewęglowski**











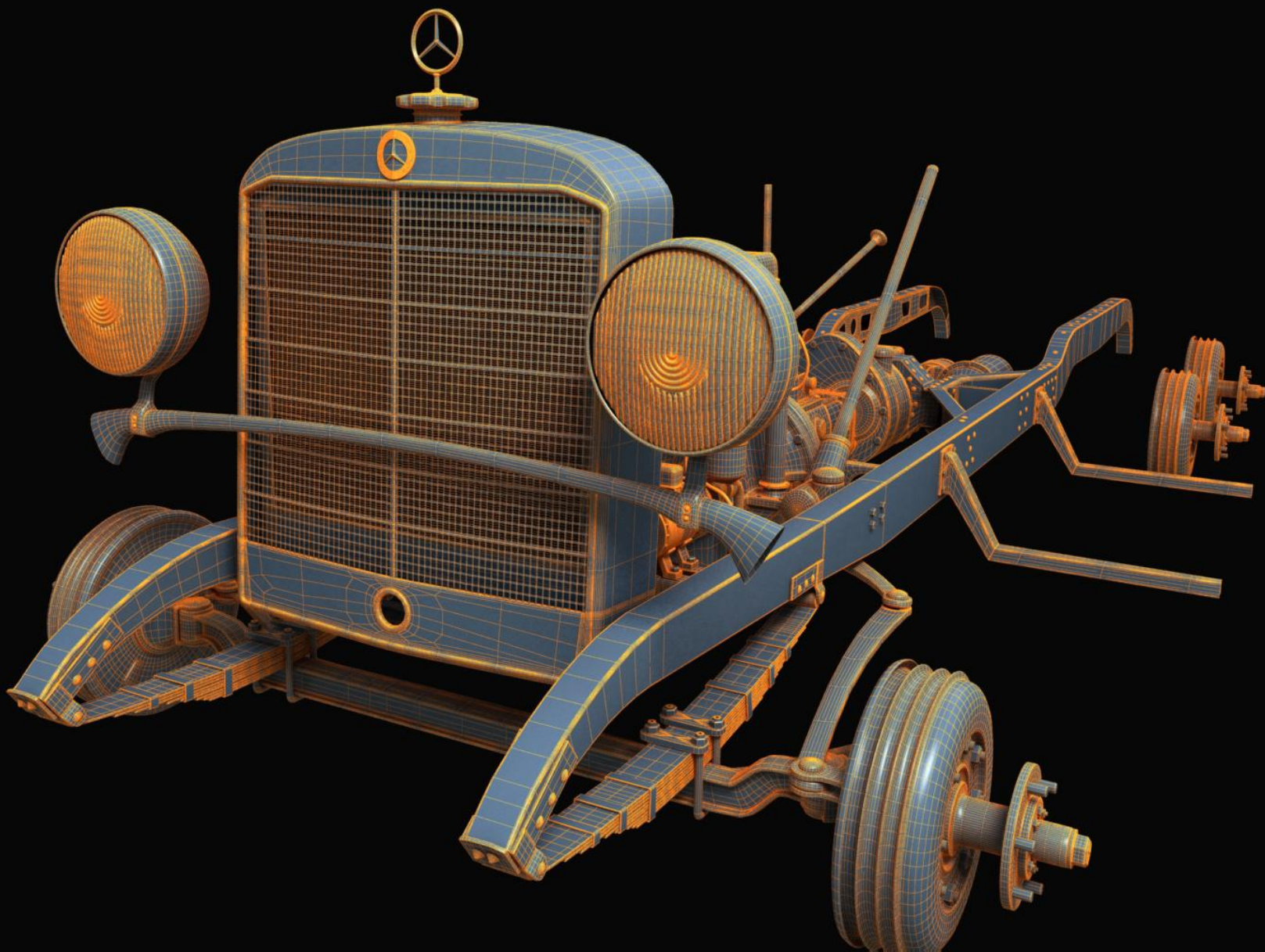




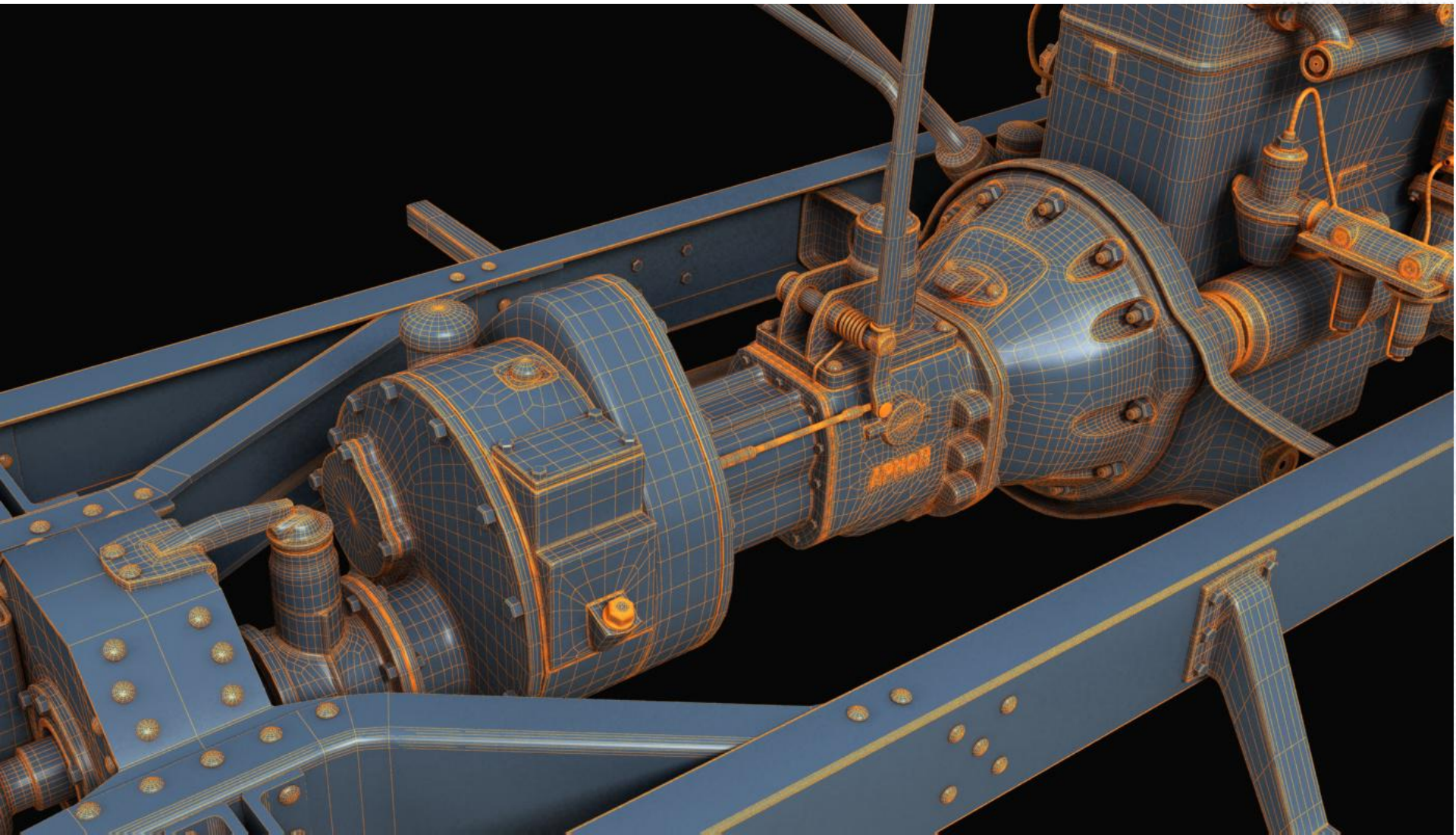
















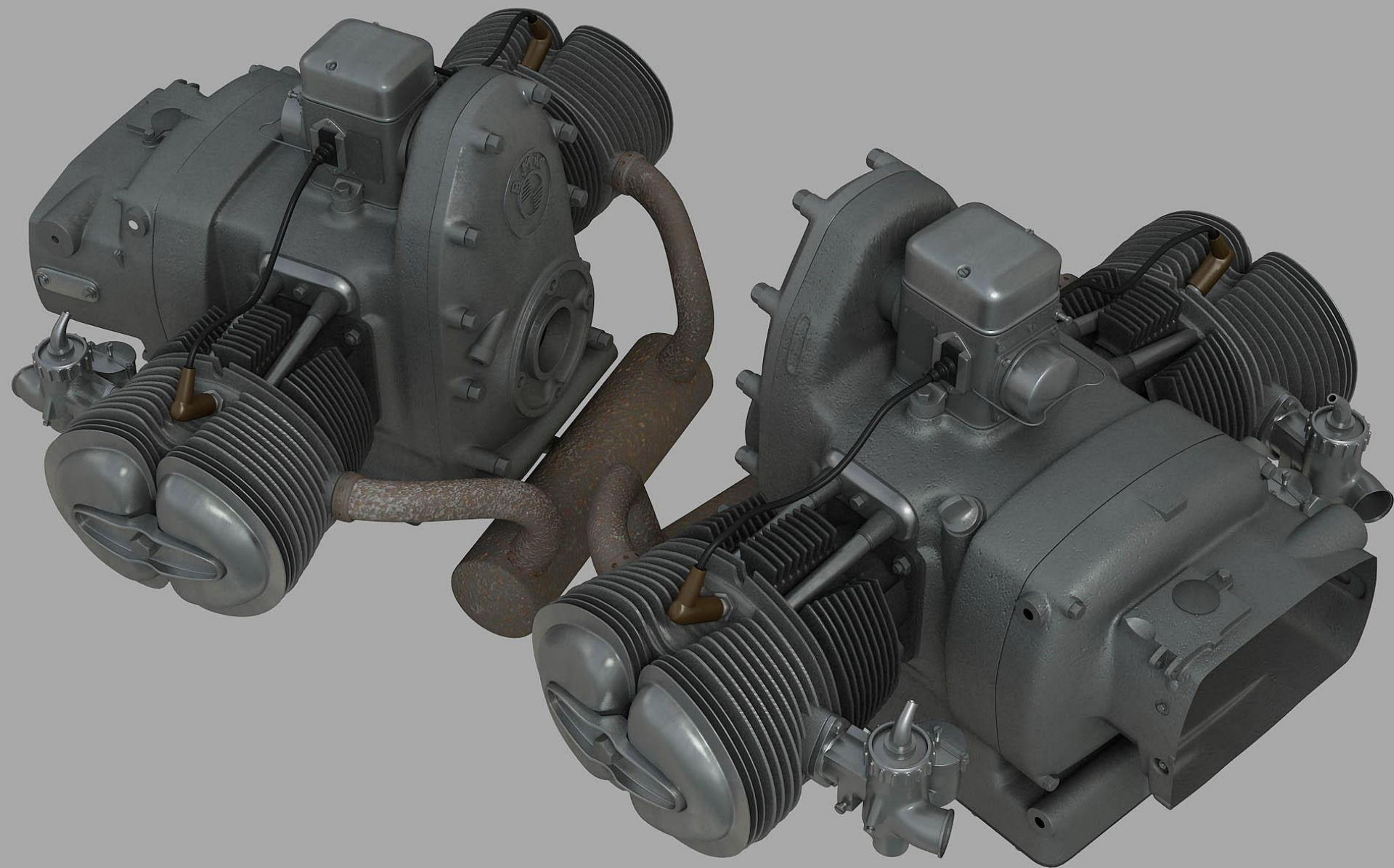




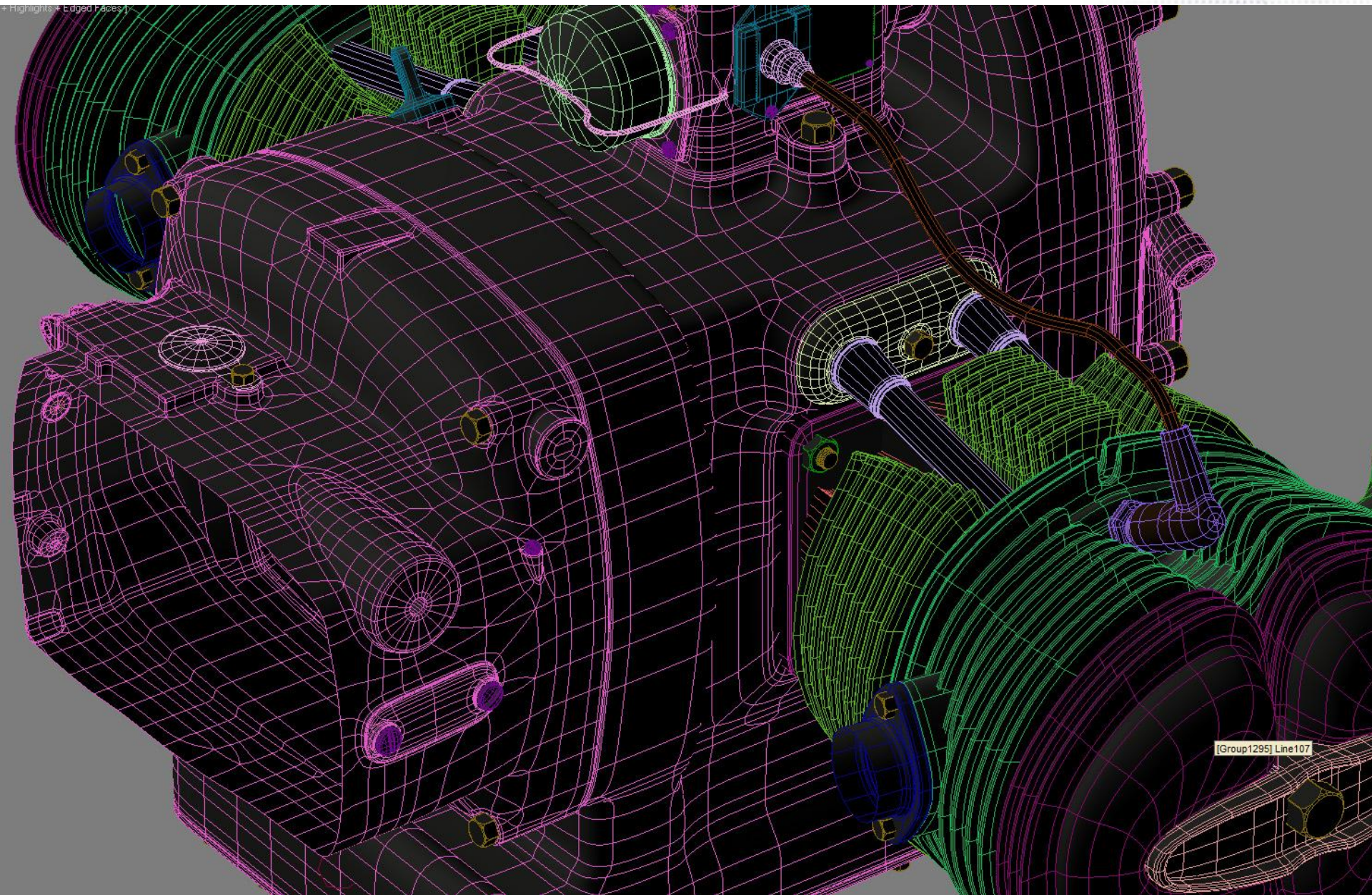




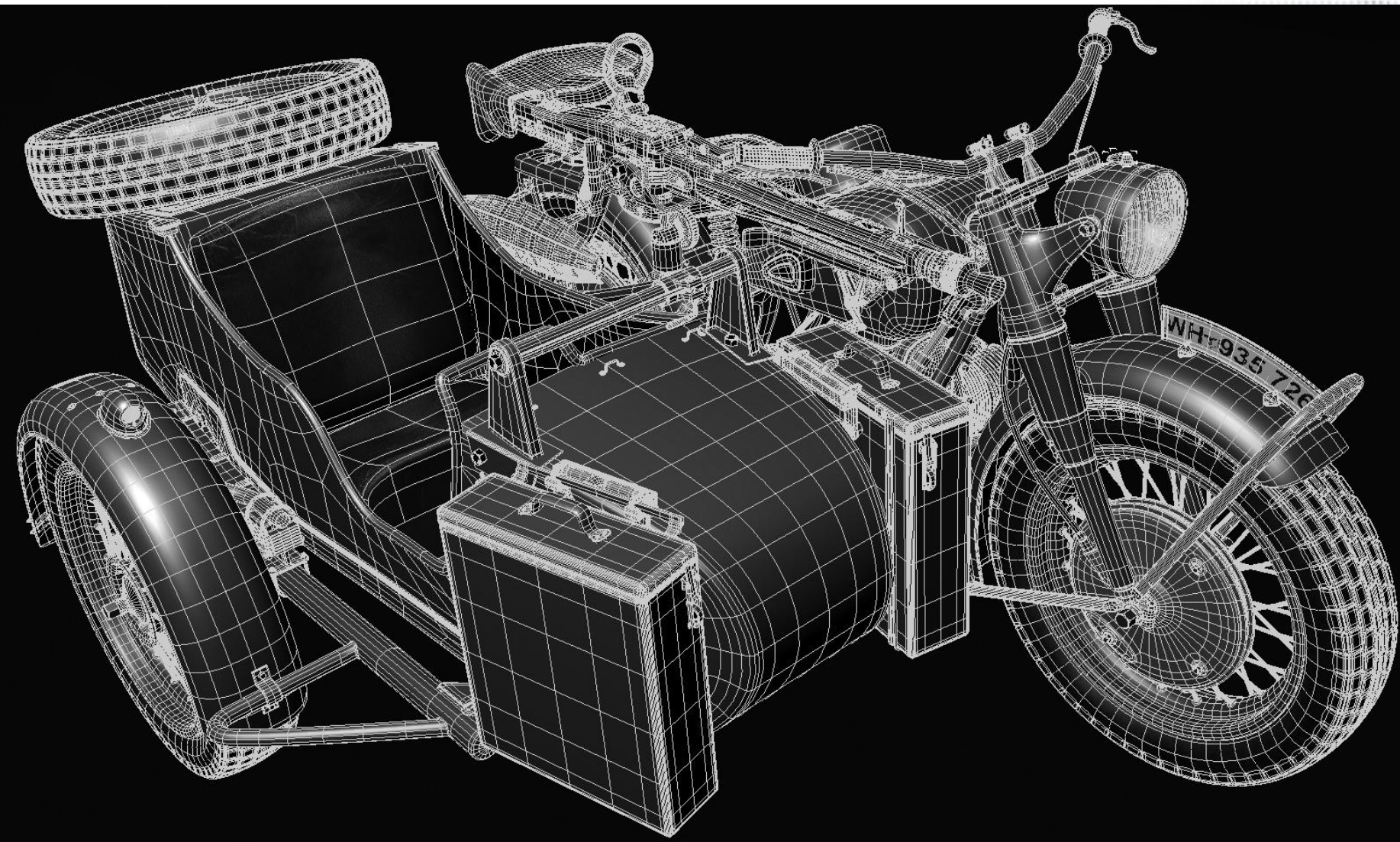




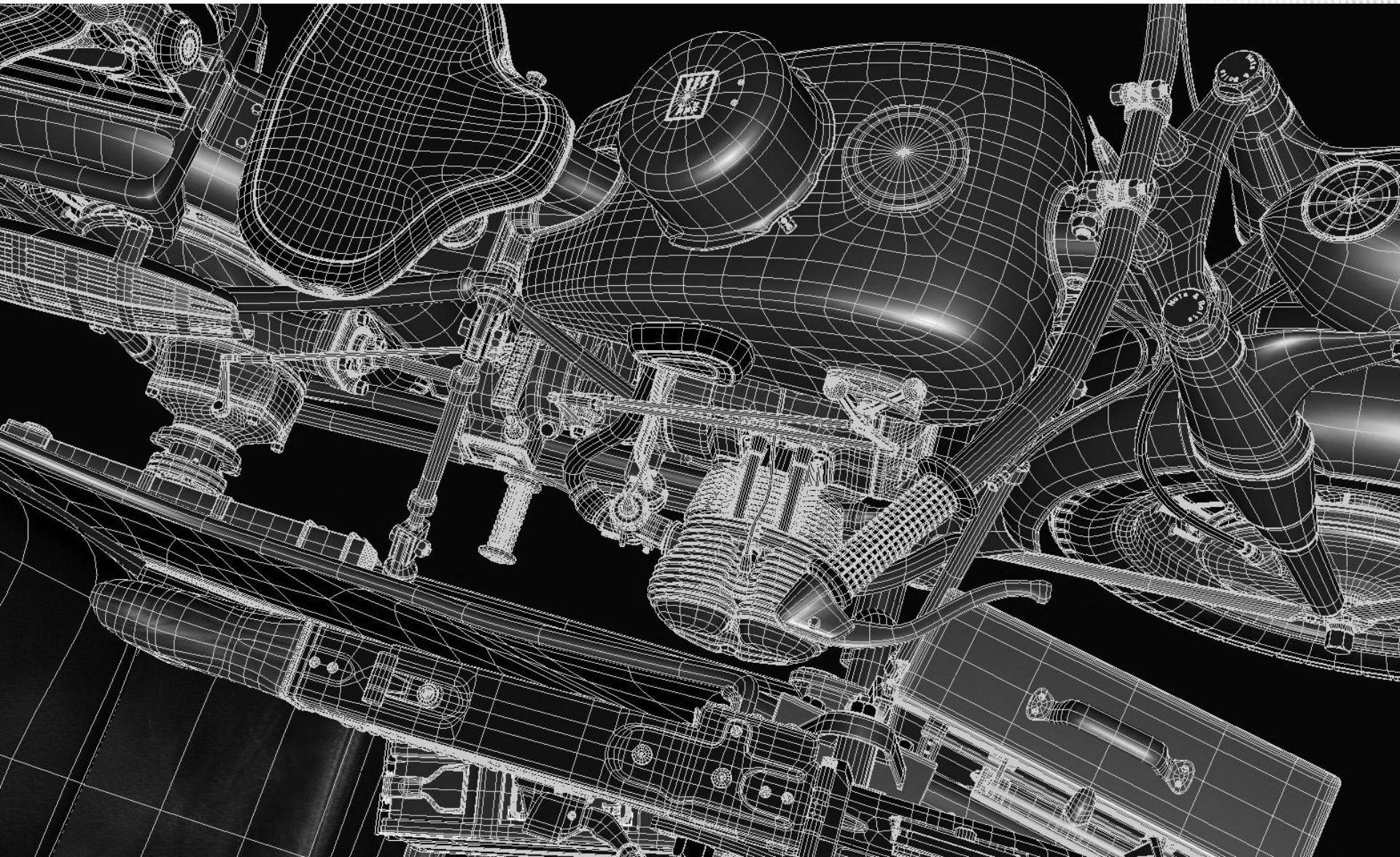
















# **Animacja komputerowa**

# Animacja

Animacja może obejmować zmiany:

- **obiektów**
  - ich położenia,
  - kształtu i rozmiaru,
  - barwy, tekstury, itp.
- **położenia, orientacji i natężenia źródeł światła**
- **położenia i orientacji punktu obserwacji**
- **Istotne jest modelowanie interakcji pomiędzy obiektami.**



# Zastosowanie animacji komputerowej

- projektowanie wspomaganie komputerowo;
- efekty specjalne w filmach klasycznych;
- gry komputerowe i symulatory edukacyjne;
- filmy animowane;
- prezentacje multimedialne, wizualizacja danych;
- elementy stron internetowych;
- symulacja procesów (wizualizacje naukowe);
- reklamy i grafika telewizyjna oraz grafika użytkowa;
- urbanistyka i architektura (także wizualizacja wnętrza);

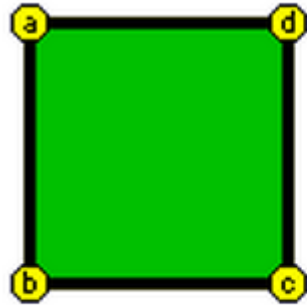
# Rodzaje animacji komputerowej

## Metody tworzenia animacji komputerowych:

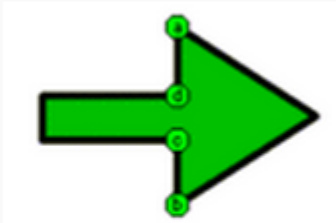
- animacja poklatkowa – tworzenie każdej ramki animacji po kolei, najczęściej w postaci mapy bitowej;
- zastosowanie ramek kluczowych – generowanie wybranych ramek, pozostałe są interpolowane;
- skrypty – opisują zmianę właściwości obiektów (położenia, wyglądu), stosowane np. w grach komputerowych;



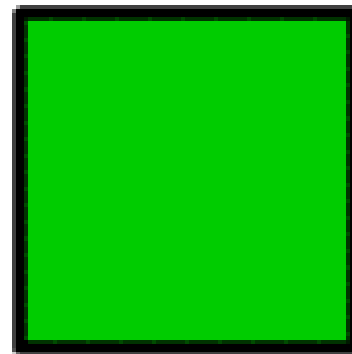
# Metoda klatek kluczowych



The Starting Keyframe



The Ending Keyframe



- Źródło: Wikipedia

# Powiązania obiektów w animacji (1)

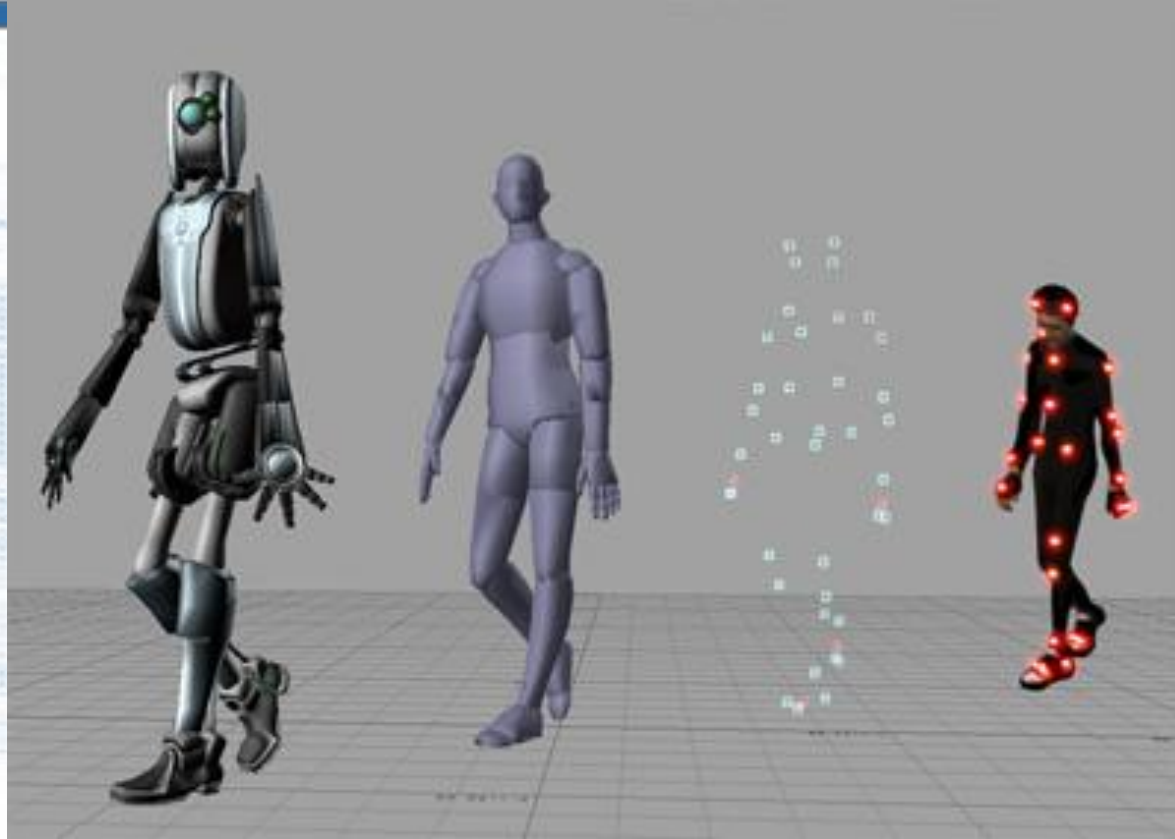
- Dla animacji złożonych obiektów, wymagane jest zdefiniowanie połączeń obiektów.
- Jest to istotne podczas przenoszenia wpływu ruchu jednych obiektów na drugie.
- Klasyczny przykład - postać ludzka składająca się z części ciała połączonych ruchomymi stawami.



# Powiązania obiektów w animacji (2)

- Ułatwieniem w projektowaniu ruchu jest zastosowanie kinematyki odwrotnej (IK – ang. *inverse kinematics*).
- Położenie obiektów potomnych określa się poprzez zastosowanie dodatkowego obiektu kontrolującego.
- Wystarczy zaprojektować np. trajektorię ruchu dłoni, a wtedy położenie ramienia i przedramienia (w kolejnych krokach animacji) zostaną przez komputer.

# Motion Capture



- Źródło: Wikipedia



# Zjawiska fizyczne w animacji

- Fizyczny model ruchu obiektu pod wpływem działających na niego sił:
  - kierunek ruchu;
  - prędkość, przyspieszenie;
  - grawitacja;
  - tarcie;
  - sprężystość (zderzenia, odbicia);
  - trwałe odkształcenia, uszkodzenia, itp.

# Współczesne animacje komputerowe 3D

- Animacje skomplikowanych scen
- Animacje obiektów na skutek interakcji
- Animacje obiektów pod wpływem warunków środowiska naturalnego oraz czynników zewnętrznych
- Animacje mimiki twarzy



# Jesteśmy świadkami rewolucji?

- **Efekty specjalne a renderowanie rzeczywistości?**
  - Animacja postaci;
  - Szkielet, kości;
  - Wyraz twarzy;
  - Mięśnie, Skóra;
  - Dodatkowe elementy ruchu: włosy, ubranie.
- **Motion Capture i Performance Capture**

# Avatar... Rewolucja?





# Avatar... Rewolucja?

- przygotowanie zaawansowanego systemu kamer stereoskopowych zajęło 7 lat, ;-)
- najbardziej zaawansowany „Performance Capture” w historii animacji
- najlepsza animacja twarzy i oczu w historii (twarz nie wygląda sztucznie)
- oczy "mają duszę" w tym filmie
- „Weta Digital” - szczegóły, oświetlenie, cieniowanie
- „Weta Digital” uzyskała wrażenie "żywych oczu”

# TV w 3D

## Telewizja 3D

- Kamera
  - Odbiornik TV 3D
  - Okulary
- 
- Technologia
    - potrzebujemy dwóch oddzielnych obrazów, po jednym dla każdego oka;
    - potrzebujemy wyższych częstotliwości (120Hz, 240Hz), a także czasem wyższych rozdzielczości;





# TV w 3D

## Okulary:

- anaglifowe,
- polaryzacyjne,
- aktywne (migawkowe),



## Różne sposoby wyświetlania:

- ▶ dwa nałożone na siebie kolorowe obrazy,
- ▶ filtrowania określonej „części” obrazu dla jednego oka poprzez polaryzację,
- ▶ wyświetla naprzemiennie obraz dla lewego i prawego oka, a okulary „zasłaniają” obrazy,



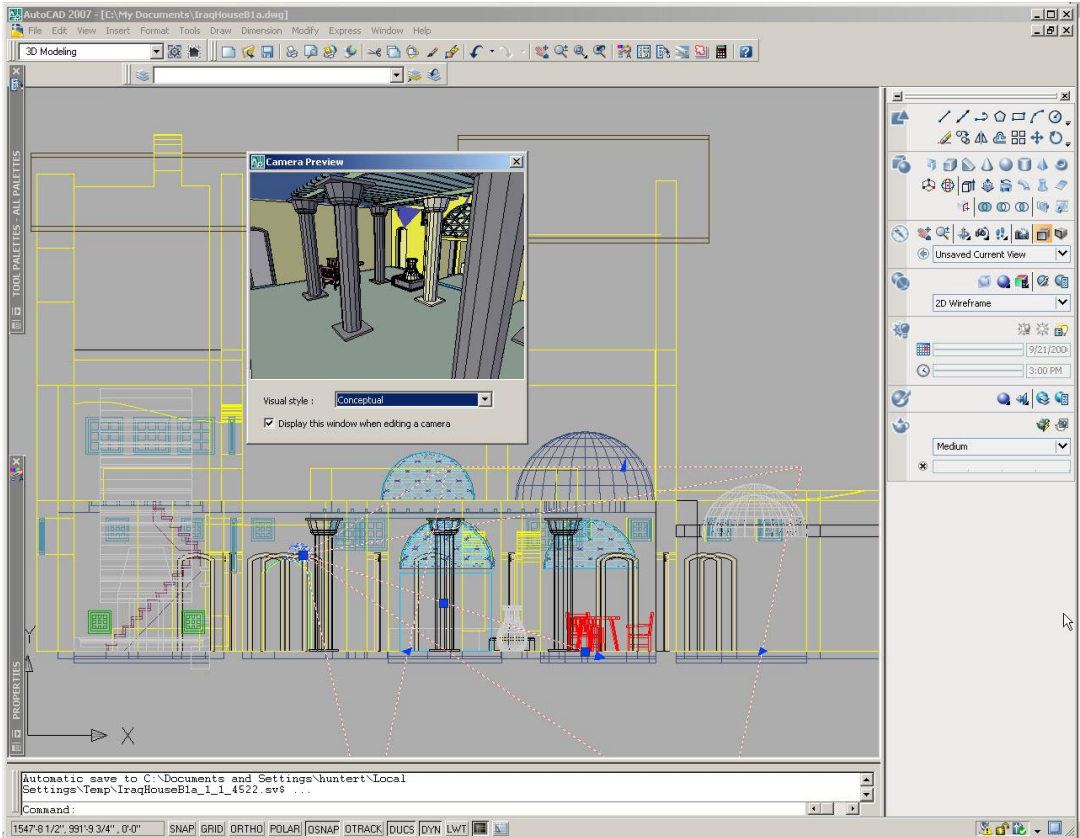
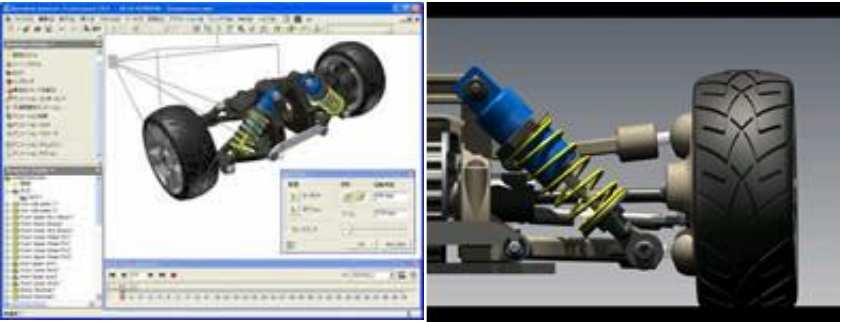
# Zastosowanie grafiki komputerowej



# Zastosowanie grafiki komputerowej

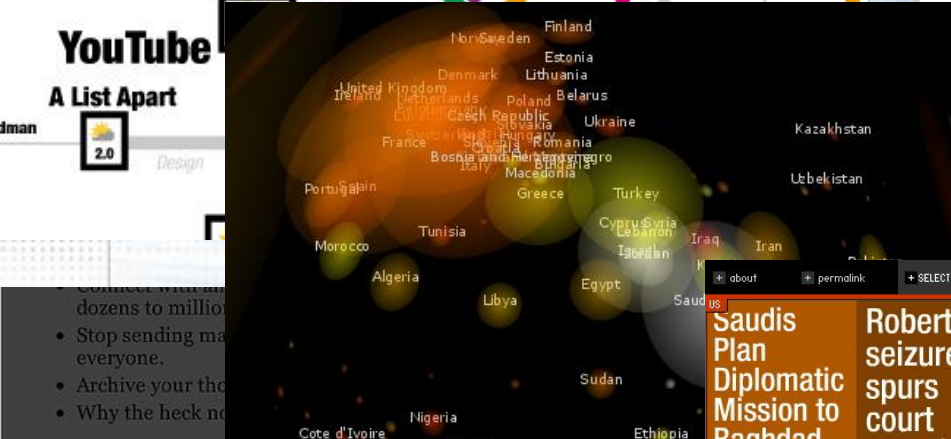
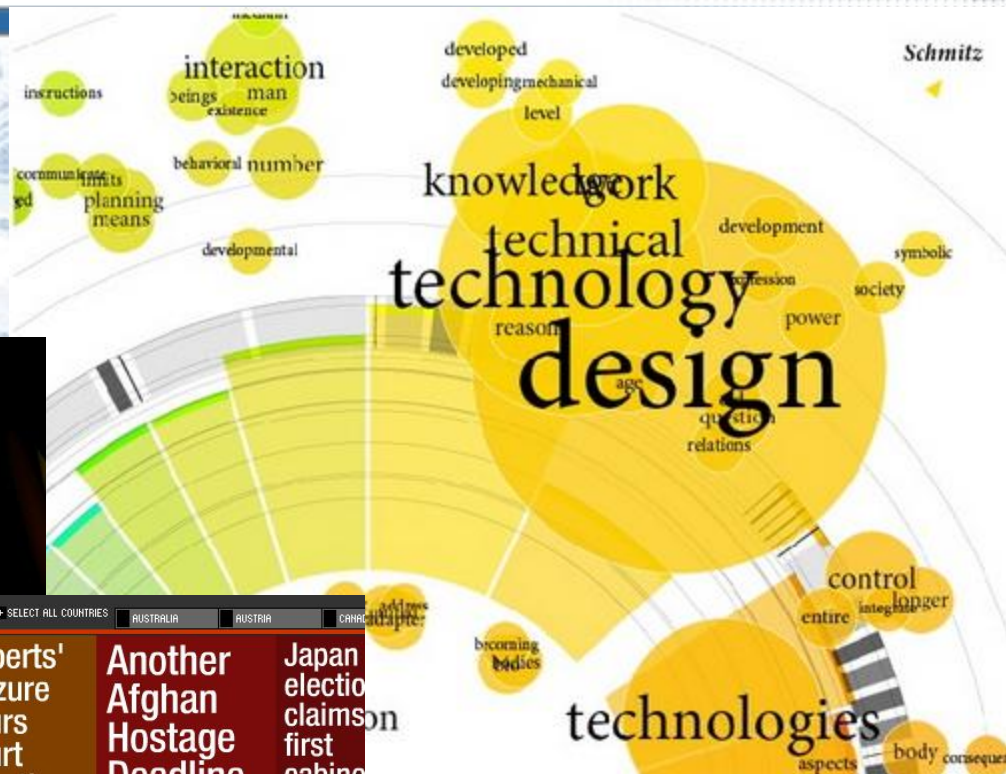
- Niektóre obszary zastosowania, które w znaczącym stopniu korzystają z grafiki komputerowej to:
  - Projektowanie wspomagane komputerowo CAD/CAM
  - Wizualizacja danych (w tym naukowych)
  - Filmy, efekty specjalne, animacje komputerowe
  - Gry i rozrywka cyfrowa
  - Wirtualna / Rozszerzona rzeczywistość (Virtual/Augmented)
  - Interfejsy NUI (ang. Natural User Interface)
- **UWAGA:** Istnieje wiele innych, gdzie grafika wykorzystywana jest w różnym stopniu

# CAD/CAM (Computer Aided Design)





# Wizualizacja danych



Hot Blogs Today

1. [Lorelle on WordPress](#)
2. [churumuri](#)
3. [Schleizer - Microsoft Geek Blogger](#)
4. [Pomme & Kelly](#)
5. [My Journey to Macintosh](#)
6. [Sam Ideas, Thoughts, Programming](#)
7. [El Blog Oficial de Carlos Sicilia](#)
8. [Qwerty Maniac - The Typo Killer](#)
9. [Football Videos](#)
10. [Nosy Snoop](#)
11. [It's a Definite Maybe](#)

WordPress.com News Blog

- [Blog Stats Widget](#)
- [Unlimited Blogs](#)
- [Widgets: It's a Plugin!](#)
- [Check Your Spelling](#)
- [Tag Feeds and Paging](#)
- [Andreas04 and Thirteen](#)
- [Login Errors](#)

More of the [best blogs on WordPress.com](#).

about | permalink | + SELECT ALL COUNTRIES | AUSTRALIA | AUSTRALIA | CANADA

**Saudis Plan Diplomatic Mission to Baghdad**

**Roberts' seizure spurs court questions**

**Another Afghan Hostage Deadline Passes**

**Japan election claims first cabinet**

**Senator's financial clerk testifies**

**House Looks for Answers in Tillman Case**

**More Wildfires Flare Up in Montana**

**Sudan 'will support Darfur force'**

**Bloggers rally around Dutt**

**Rescued 65 Trapped Chinese Mine Workers**

**Khmer Rouge prison is closed**

**Fires two Canadian Islanders**

**Democrats seek independent probe of Gonzales**

**Nominee Mullen: Little political progress in Iraq**

**Voting Machine Companies Attack Review**

**Dr. Rudy's got it covered!**

**Thompson Raises \$2.46 Million for a Presidential Run (Updated)**

**Cheney backs up Iraq troops as**

**Jim Black Faces State Sentencing**

**Who's to get State's Governor's Seat?**

**Goops: PSL women get millions in care for children she starved**

**A Turn For The Better in Iraq?**

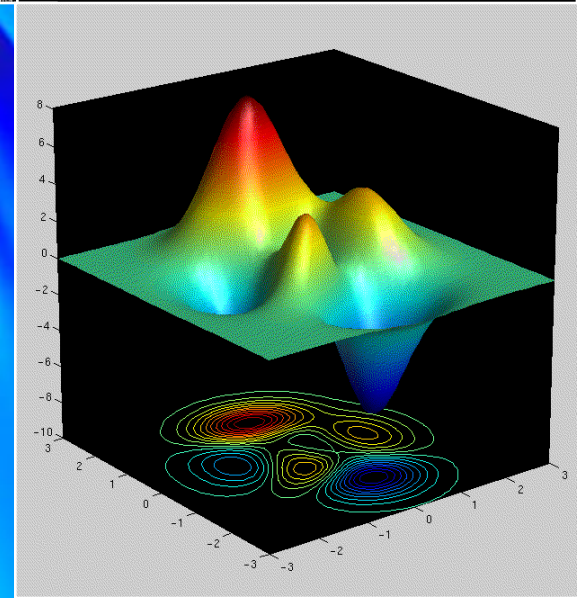
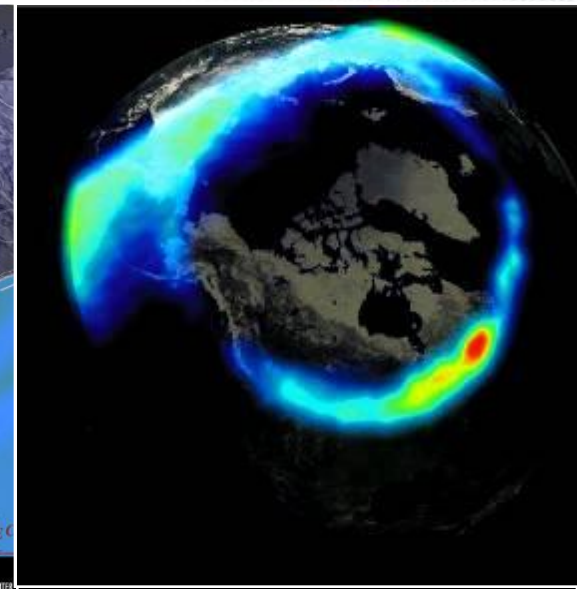
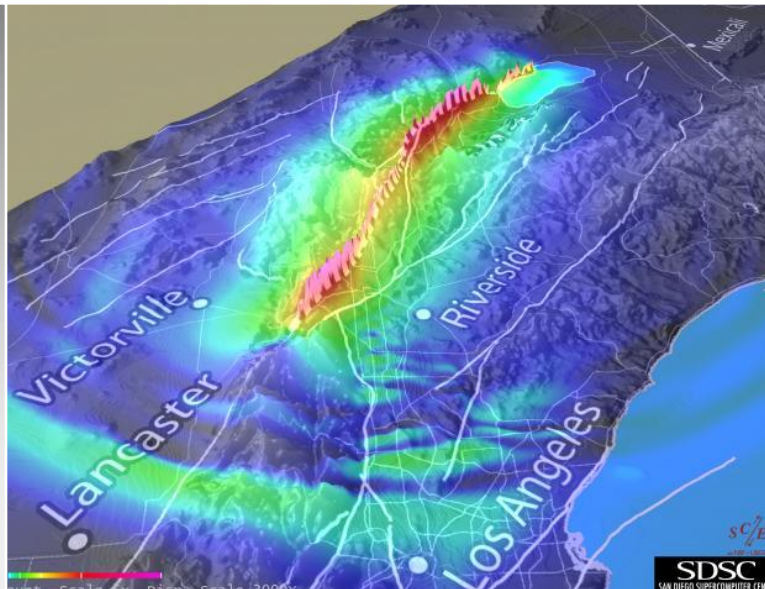
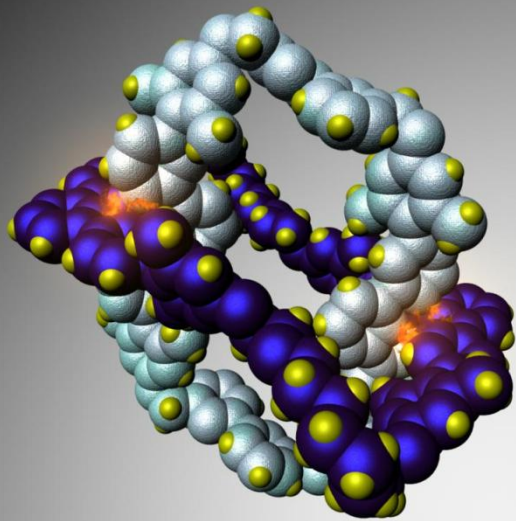
**N Ireland SAS hero looks back**

Wednesday August 1, 2007 12:49





# Wizualizacja naukowa





# Filmy, efekty specjalne, animacje



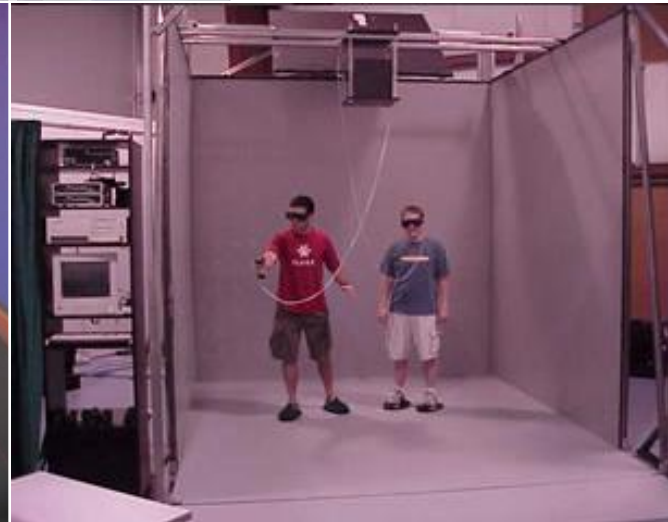
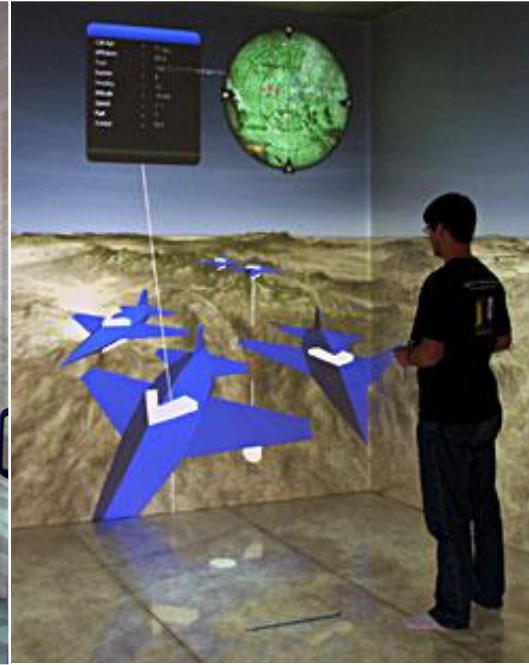


# Gry i rozrywka cyfrowa





# Virtual/Augmented Reality





# Interfejsy NUI





# Znaczenie gospodarcze

- **Przemysł gier komputerowych**
  - W latach 70, niszowy i postrzegany jako ciekawostka;
  - w 2007 r. zarobił w samych tylko Stanach Zjednoczonych około 9,5 miliarda dolarów;
  - w 2008 r. 11,2 miliarda dolarów;
- **Gra bije rekordy: Call of Duty**
  - W ciągu pierwszych pięciu dni od premiery "Call of Duty: Black Ops" zarobiło 650 milionów dolarów;
  - W ciągu pięciu dni zarobił więcej niż jakakolwiek inna gra, książka, czy film w tym samym czasie.
  - Tylko "Call of Duty" i "Avatar" osiągnęły przychód na poziomie miliarda dolarów w ciągu 2 miesięcy;

# Warsztaty

**Introduction to computer graphics**  
<http://www.netgraphics.sk>



# Warsztaty

Transformacje 3D (obroty, przesunięcia,  
skalowanie)

3D transformation

<http://www.netgraphics.sk/3d-transformations>

# Warsztaty

Projekcja z przestrzeni 3D do 2D

3D projection / Projection

<http://www.netgraphics.sk/projection>



# Warsztaty

Nakładanie tekstur na kulę, z możliwością sterowania parametrami

Textures

<http://www.netgraphics.sk/projection>