

Politechnika Warszawska  
Wydział Elektryczny  
Kierunek Informatyka stosowana

# KAMERA WIRTUALNA

Sprawozdanie z pierwszej części projektu  
Grafika Komputerowa

Mateusz Ciupa  
291062

1 kwietnia 2020

---

## Spis treści

|          |  |          |
|----------|--|----------|
| <b>1</b> | <b>Wstęp</b>                                   | <b>2</b> |
| <b>2</b> | <b>Opis obiektów</b>                           | <b>2</b> |
| <b>3</b> | <b>Operacje kamery</b>                         | <b>2</b> |
| 3.1      | Translacja . . . . .                           | 3        |
| 3.2      | Rotacja . . . . .                              | 3        |
| 3.3      | Zoom . . . . .                                 | 5        |
| <b>4</b> | <b>Owzorowanie punktu 3D na powierzchni 2D</b> | <b>7</b> |
| <b>5</b> | <b>Wnioski</b>                                 | <b>7</b> |

---

## 1 Wstęp

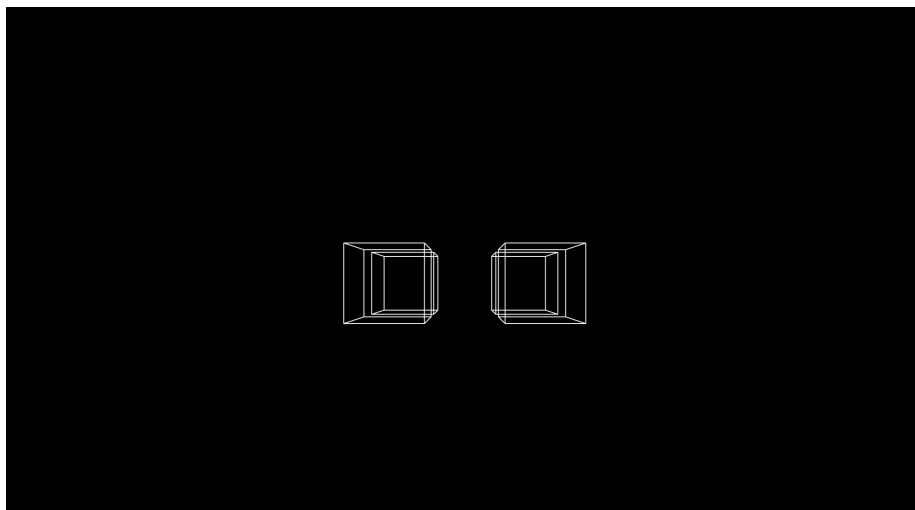
Celem pierwszej części projektu jest zaimplementowanie kamery wirtualnej w dowolnym języku. Kamera powinna umożliwiać dokonywania translacji (lewo, prawo, góra i dół), rotacji wokół trzech osi oraz operacji zoom. Ćwiczenie zostało wykonane przy użyciu języka **JavaScript** oraz elementu **Canvas** języka HTML. Materiały (w tym technika wykonania) zostały oparte na książce: *Fundamentals Of Computer Graphics* - Peter, Shirley, Steve Marschner.

## 2 Opis obiektów

Obiekty, które są przedstawiane na ekranie, są bryłami, które składają się z krawędzi (dwóch punktów połączonych linią). Punkty tworzące te krawędzie są określone przez współrzędne jednorodne trójwymiarowej przestrzeni  $(x, y, z, 1)$ .

## 3 Operacje kamery

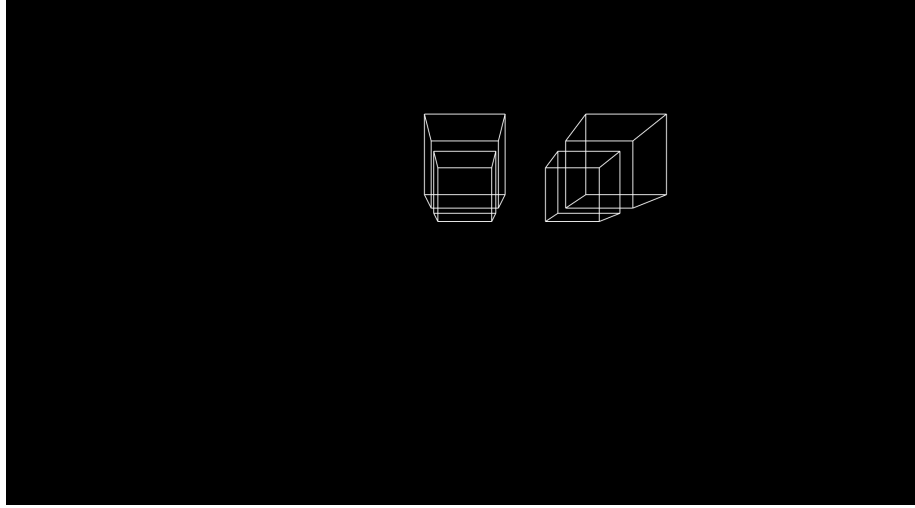
Operacje są dokonywane poprzez mnożenie wszystkich punktów tworzących obiekty przez odpowiednie macierze  $(4 \times 4)$ .



Rysunek 1: Początkowe wyświetlenie obiektów

---

### 3.1 Translacja



Rysunek 2: Obiekty poddane translacji  $x_t, y_t$

Macierz translacji:

$$M_t = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & x_t \\ 0 & 1 & 0 & y_t \\ 0 & 0 & 1 & z_t \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Gdzie  $x_t, y_t, z_t$  – kolejne współrzędne translacji obiektu.

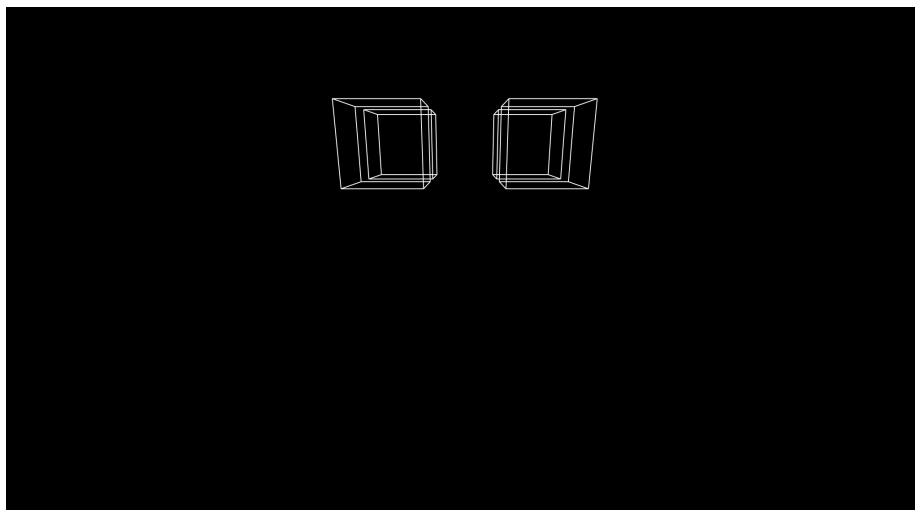
### 3.2 Rotacja

Macierze rotacji:

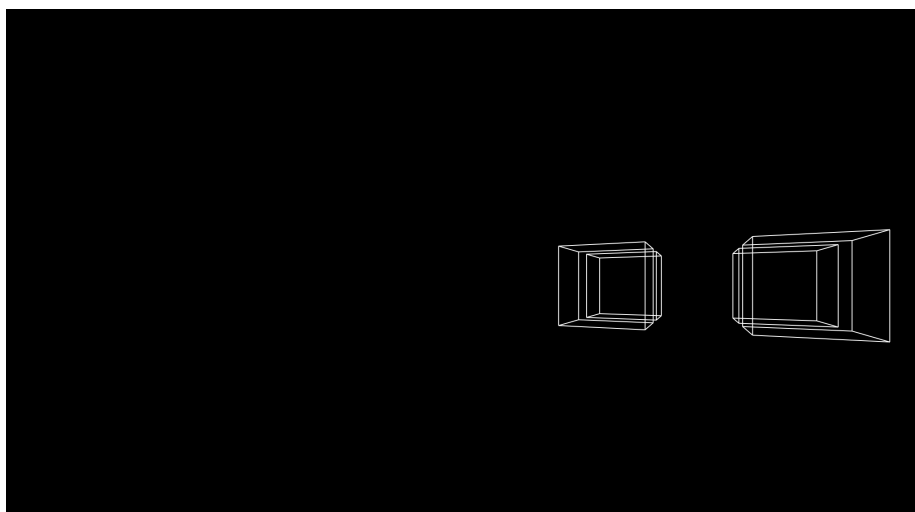
$$M_{rx} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\alpha) & \sin(\alpha) & 0 \\ 0 & -\sin(\alpha) & \cos(\alpha) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$M_{ry} = \begin{bmatrix} \cos(\alpha) & 0 & -\sin(\alpha) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin(\alpha) & 0 & \cos(\alpha) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

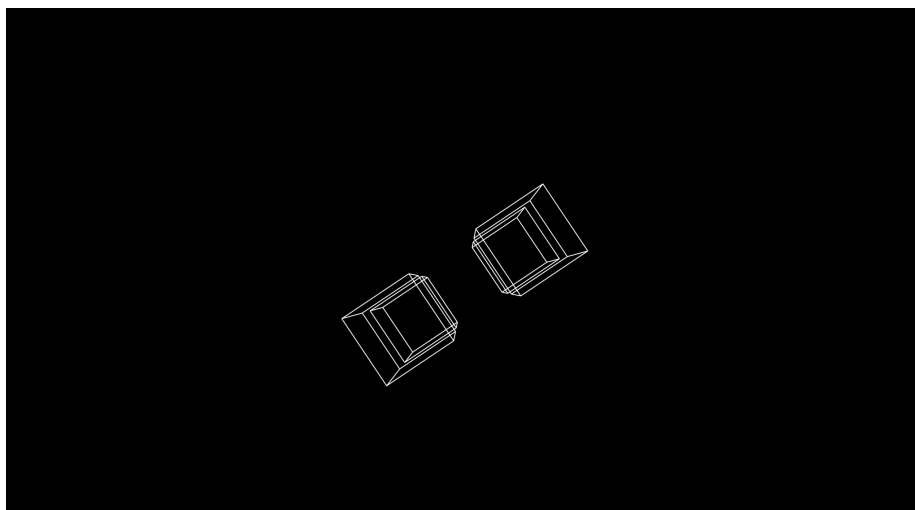
$$M_{rz} = \begin{bmatrix} \cos(\alpha) & \sin(\alpha) & 0 & 0 \\ -\sin(\alpha) & \cos(\alpha) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$



Rysunek 3: Obiekty poddane rotacji względem osi  $x$



Rysunek 4: Obiekty poddane rotacji względem osi  $y$



Rysunek 5: Obiekty poddane rotacji względem osi  $z$

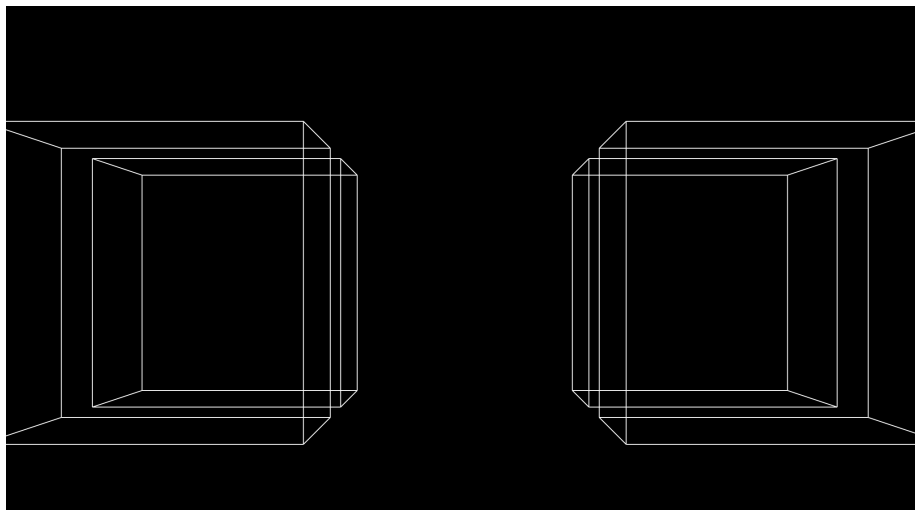
Gdzie  $x, y, z$  – osie rotacji.

### 3.3 Zoom

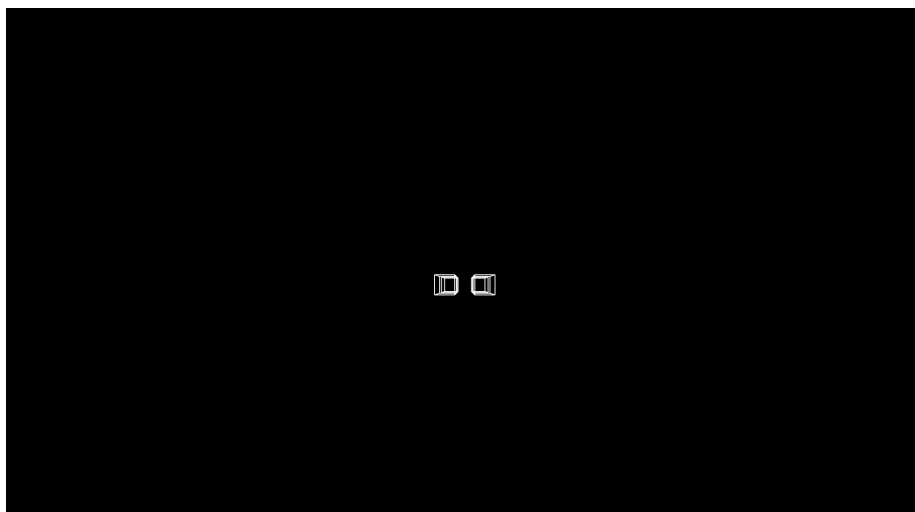
Macierz operacji zoom:

$$M_t = \begin{bmatrix} z & 0 & 0 & 0 \\ 0 & z & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Gdzie  $z$  – stopień powiększenia.



Rysunek 6: Obiekty poddane operacji zoom ( $z > 1$ )



Rysunek 7: Obiekty poddane operacji zoom ( $z > 0$  i  $z < 1$ )

---

## 4 Ozworowanie punktu 3D na powierzchni 2D

Odwzorowanie następowało poprzez przemnożenie punktów przez kolejne macierze:

1. Przejście z układu współrzędnych kamery do *canonical view volume* wraz z transformacją perspektywistyczną (*orth\_to\_canonical\*perspective\_matrix*).

$$M_{per} = \begin{bmatrix} \frac{2n}{r-l} & 0 & \frac{l+r}{l-r} & 0 \\ 0 & \frac{2n}{t-b} & \frac{b+t}{b-t} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{f+n}{n-f} & \frac{2fn}{f-n} \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Gdzie  $l, r, t, b, n, f$  – wymiary *orthographic view volume* (left, right, top, bottom, near, far).

2. *Viewport transformation* – przejście z *canonical view volume* do wymiarów canvasa (bez zmiany  $z$ ).

$$M_{vp} = \begin{bmatrix} \frac{n_x}{2} & 0 & 0 & \frac{n_x-1}{2} \\ 0 & \frac{n_y}{2} & 0 & \frac{n_y-1}{2} \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

Gdzie  $n_x, n_y$  – rozmiary canvasa.

## 5 Wnioski

1. W wykonaniu ćwiczenia niepotrzebnie wykorzystano transformację z układu współrzędnych kamery do *canonical view volume* – można było zastosować prostsze macierze. Będzie to przydatne w wykonaniu drugiej części projektu do usuwania powierzchni zakrytych.