

# Grafika Komputerowa

## Sprawozdanie: Wirtualna Kamera

Karolina Gałczyńska  
285819

23 marca 2021

## 1 Wprowadzenie

### 1.1 Cel zadania

Celem projektu było zrealizowanie symulacji wirtualnej kamery, przedstawiającej proste bryły geometryczne (4 do 8 prostopadłościanów) w zarysie konturowym, bez uwzględnienia przesłaniania obiektów. Symulacja miała dawać możliwość zmiany pozycji kamery w 3 osiach, rotację kamery w 3 osiach oraz przybliżenie i oddalenie widoku (przy zachowanych pozycjach obiektów). Możliwa miała być również ekstrakcja aktualnego obrazu do pliku.

### 1.2 Założenia początkowe

Według zadeklarowanego opisu wykonania, projekt zrealizowany miał być w języku Python z wykorzystaniem biblioteki Pygame. Operacje miały być dokonywane na macierzach wierzchołków (jednorodnych, to jest z kolumną wyrazów wolnych), macierzach transformacji i rotacji oraz na macierzy rzutowania. Wszystkie założenia zostały spełnione.

## 2 Realizacja funkcjonalności

Wszystkie operacje dokonywane są na macierzach wierzchołków we współrzędnych jednorodnych znormalizowanych (t.j. każdy wiersz zawiera 4 kolumny, reprezentujące współrzędne na kolejnych 3 osiach oraz wyraz wolny). Macierz figury zawiera 8 wierszy (wierzchołków), które traktowane są jako pojedyncze kolumny w trakcie przekształceń. Po modyfikacji współrzędnych wszystkich wierzchołków w danej operacji, uzyskuje się zaktualizowaną macierz wierzchołków danej figury.

$$\text{Macierz figury: } \begin{bmatrix} x_1 & y_1 & z_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & z_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & z_3 & 1 \\ x_4 & y_4 & z_4 & 1 \\ x_5 & y_5 & z_5 & 1 \\ x_6 & y_6 & z_6 & 1 \\ x_7 & y_7 & z_7 & 1 \\ x_8 & y_8 & z_8 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{Kolumna reprezentująca punkt, używana przy przekształceniach: } \begin{bmatrix} x_p \\ y_p \\ z_p \\ 1 \end{bmatrix}$$

### 2.1 Translacja

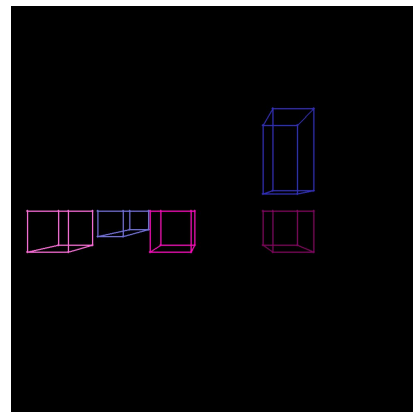
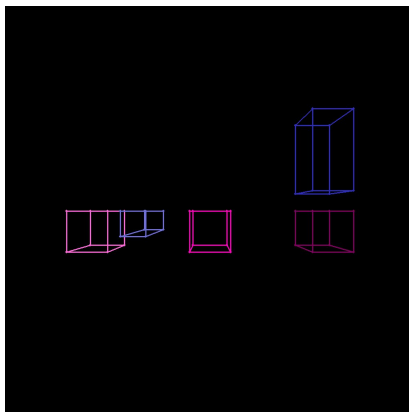
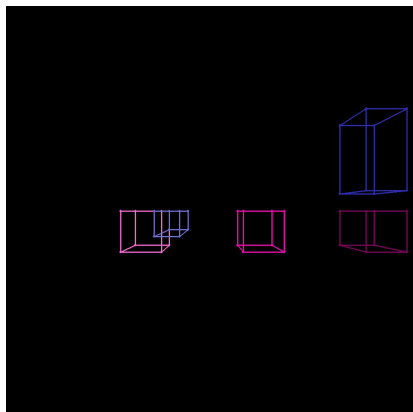
Przeniesienie pozycji kamery dokonywane jest z wykorzystaniem macierzy translacji, która mnożona jest przez macierz współrzędnych punktu w celu uzyskania zaktualizowanych współrzędnych punktu. Ustalony został stały krok przesunięcia, wykorzystywany w wartościach dodatnich lub ujemnych. Przekształcenia dokonywane są osobno dla każdej z osi (t.j. wektor przekształcenia przyjmuje wartości niezerowe jedynie dla

współrzędnej odpowiadającej przekształcanej osi).

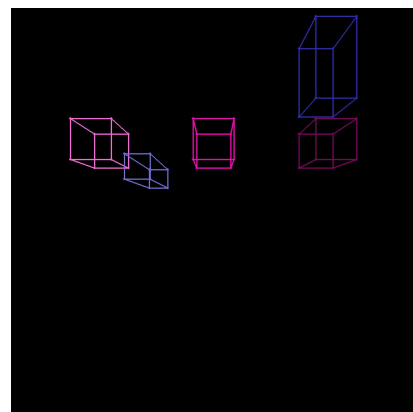
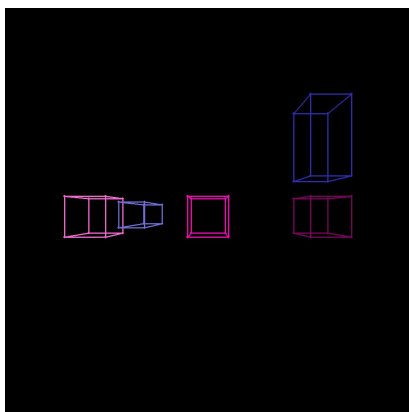
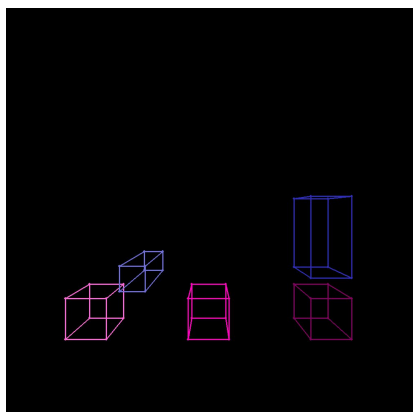
Macierz przekształcenia:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & T_x \\ 0 & 1 & 0 & T_y \\ 0 & 0 & 1 & T_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

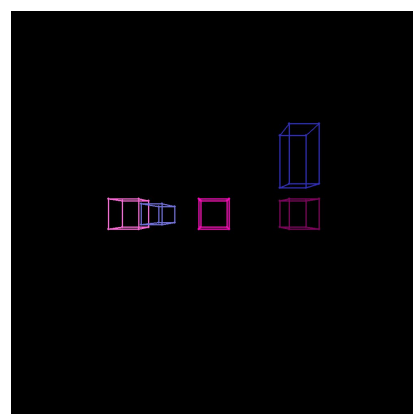
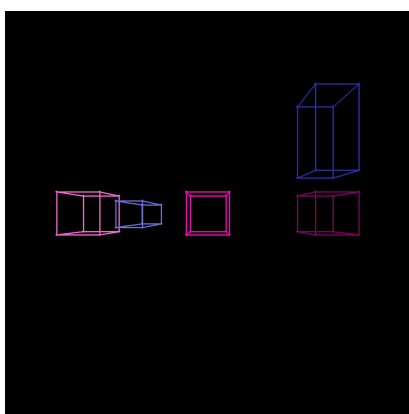
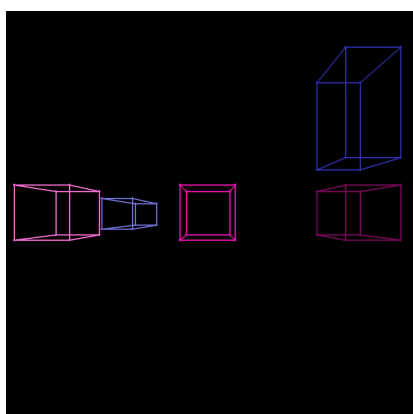
Sterowanie: A, D – oś OX; W, S – oś OY; R, F – oś OZ



Rysunek 1: Translacja w osi OX



Rysunek 2: Translacja w osi OY



Rysunek 3: Translacja w osi OZ

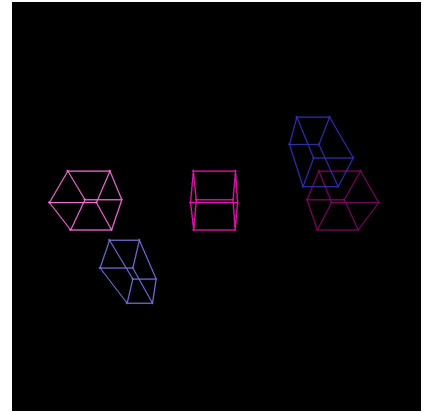
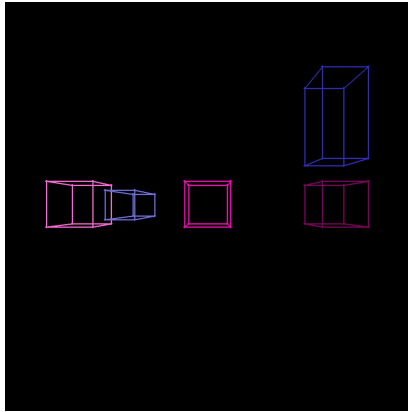
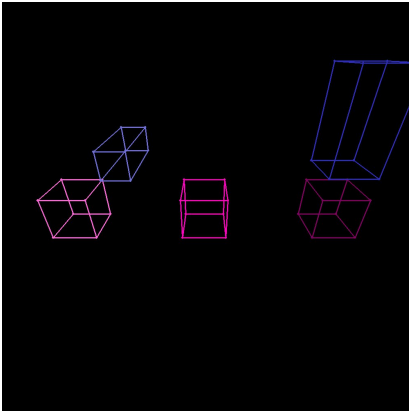
## 2.2 Rotacja

Rotacja kamery dokonywana jest z wykorzystaniem macierzy rotacji, która mnożona jest przez macierz współrzędnych punktu w celu uzyskania zaktualizowanych współrzędnych punktu. Macierze są odmienne dla każdej osi, a wartości zależne są od ustalonego kroku rotacji, wykorzystywanego w wartościach dodatnich lub ujemnych. Przekształcenia dokonywane są osobno dla każdej osi, ze względu na odmienne postaci macierzy rotacji.

Macierz przekształcenia w osi OX:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\phi & -\sin\phi & 0 \\ 0 & \sin\phi & \cos\phi & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Sterowanie: I, K

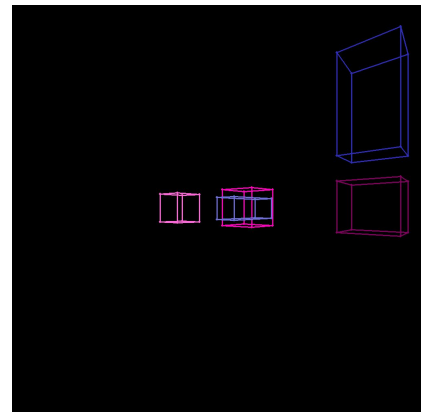
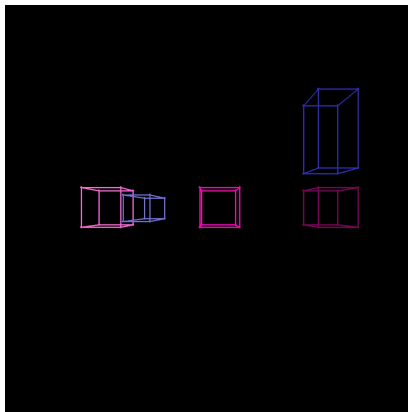
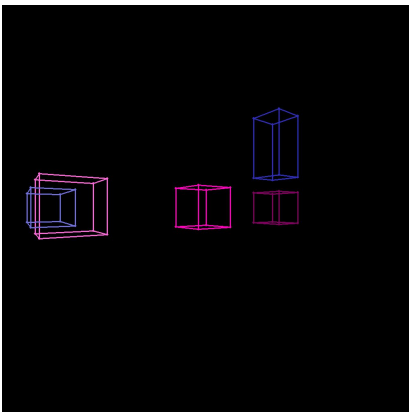


Rysunek 4: Rotacja w osi OX

Macierz przekształcenia w osi OY:

$$\begin{bmatrix} \cos\phi & 0 & \sin\phi & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin\phi & 0 & \cos\phi & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Sterowanie: J, L

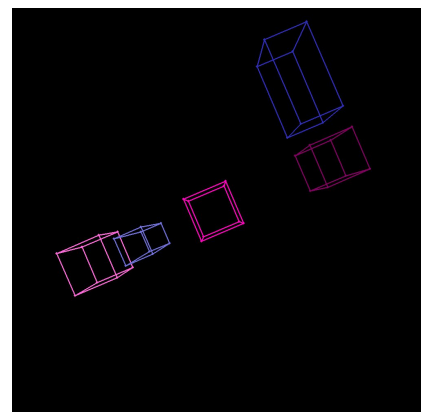
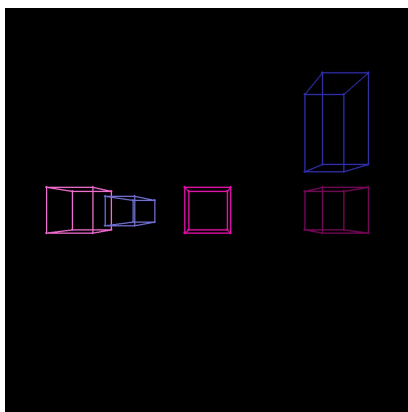
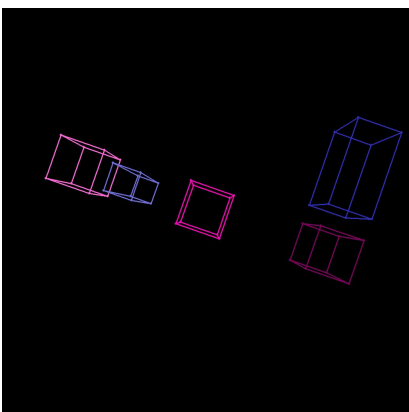


Rysunek 5: Rotacja w osi OY

Macierz przekształcenia w osi OZ:

$$\begin{bmatrix} \cos\phi & -\sin\phi & 0 & 0 \\ \sin\phi & \cos\phi & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Sterowanie: Y, H



Rysunek 6: Rotacja w osi OZ

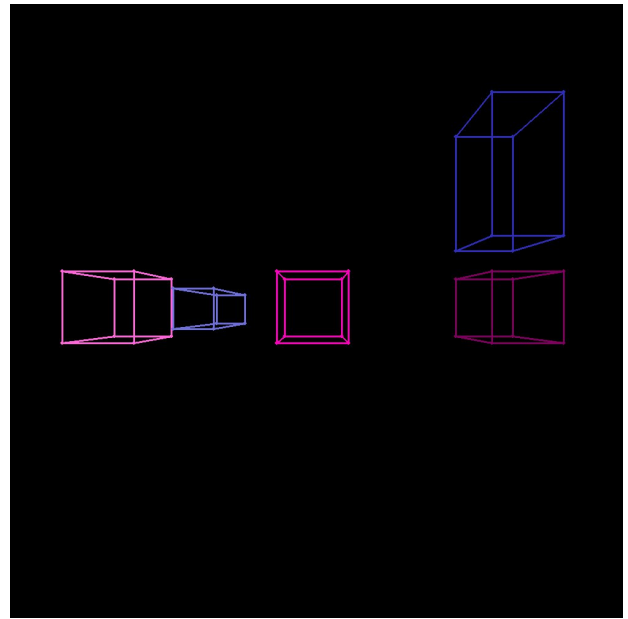
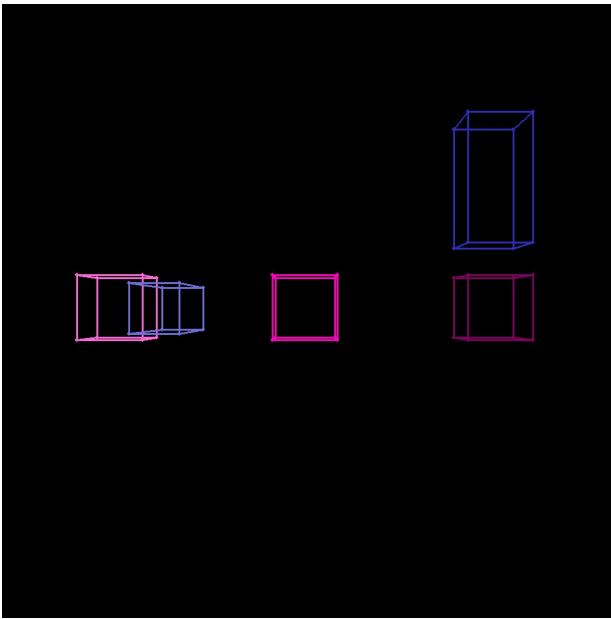
## 2.3 Rzutowanie

Rzutowanie przestrzeni trójwymiarowej na wyświetlacz dwuwymiarowy realizowane jest za pomocą macierzy rzutowania perspektywicznego, która mnożona jest przez macierz współrzędnych punktu w celu uzyskania zaktualizowanych współrzędnych punktu. Macierz dokonuje eliminacji wartości współrzędnej  $z$ , wykorzystując do tego wartość  $d$  – odległość kamery od przestrzeni rzutowania. Wartość parametru  $d$  jest wykorzystywana do zmiany przybliżenia obrazu.

Macierz przekształcenia:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{d} & 1 \end{bmatrix}$$

Sterowanie: UP, DOWN



Rysunek 7: Zoom

## 3 Obsługa programu

Program obsługiwany jest w trybie wsadowym, a dane konfiguracyjne dla prostopadłościanów wczytywane są z pliku konfiguracyjnego. Dawane są współrzędne pojedynczego punktu figury oraz wymiary w 3 osiach, na podstawie czego budowana jest macierz współrzędnych prostopadłościanu.

Program generuje figury i wyświetla okno aplikacji, w którym przez sterowanie klawiaturowe można dokonywać translacji, rotacji czy przybliżenia/oddalenia (zgodnie z powyższym opisem poszczególnych operacji). Dodatkowo, wciśnięcie spacji umożliwia dokonanie zapisu obecnej pozycji kamery w pliku `.jpg`. Zapisane obrazy są ponumerowane, a folder jest czyszczony przy każdym uruchomieniu programu w celu zachowania czytelności.