Politechnika Wrocławska

Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Grafika komputerowa i komunikacja człowiek-komputer			
Temat:	Laboratorium 4 – Interakcja z użytkownikiem, transformacje wierzchołków		
Termin zajęć:	środa TN 14:15 – 17:15 semestr zimowy 2023/2024		
Autor:	Eryk Mika 264451	**Prowadzący:**	Dr inż. arch. Tomasz Zamojski

1. Cel laboratorium

Celem laboratorium było zapoznanie się z mechanizmem obsługi urządzeń peryferyjnych oraz zrozumienie zasad związanych z przekształcaniem wierzchołków. Implementowano zastosowanie tych transformacji w odpowiedzi na działania użytkownika wykonane z użyciem urządzeń peryferyjnych (na przykład myszy).

2. Kod wspólny dla wszystkich zadań

W skrypcie zapewnionym przez Prowadzącego zostały wprowadzone zmienne pomocnicze oraz funkcje odpowiedzialne za transformacje modelu 3D oraz reakcje na działania użytkownika – ruchy myszą. Funkcja *mouse_button_callback()* odpowiada za reagowanie na akcję – naciśnięcie przycisku myszy przez użytkownika i zmianę wartości zmiennej przechowującej informację o tym fakcie. Funkcja *mouse_motion_callback()* zmienia wartości położenia myszy – przykładowo w poziomie lub w poziomie i pionie, co zależy od konkretnego zadania. Zmienna *viewer* przechowuje informacje o położeniu obserwatora, natomiast zmienna *pix2angle* przechowuje wartość, przez którą przeskalowany jest kąt wynikający z ruchu myszą. Przykładowy model wykorzystany w zadaniach jest tworzony w funkcji *example_object()*. Zostały wykorzystane funkcje pochodzące z implementacji specyfikacji *OpenGL* oraz z biblioteki *GLFW*, która zapewnia obsługę zdarzeń urządzeń peryferyjnych (myszy). Wszystkie skrypty zostały napisane w języku *Python*.

3. Zadanie na ocenę 3.0 – skrypt *lab3_0.py*

W zadaniu tym należało wprowadzić obracanie obiektu wokół osi. W tym celu oprócz zmiennej *theta* przechowującej wartość obrotu wokół osi *Y* wprowadzono zmienną *phi*, która zawiera informację o obrocie wokół osi *X*. Zmienna *left_mouse_button_pressed* zawiera informację, czy lewy klawisz myszy jest wciśnięty. Zmienne *mouse_x_pos_old* i *mouse_y_pos_old* przechowują poprzednią informację o położeniu myszy w poziomie oraz pionie, natomiast zmienne *delta_x* i *delta_y* przechowują wartości przesunięcia w tych kierunkach.

```
16  left_mouse_button_pressed = 0
17  mouse_x_pos_old = 0
18  mouse_y_pos_old = 0
19  delta_x = 0
20  delta_y = 0
```

Rysunek 3.1 Zmienne globalne wykorzystane w zadaniu

W funkcji *mouse_button_callback()* sprawdzane jest, czy lewy klawisz myszy jest wciśnięty – jeżeli tak, zmieniana jest wartość zmiennej, która informuje o tym. Słowo kluczowe *global* umożliwia dostęp do zmiennej spoza zakresu widoczności funkcji.

```
148  def mouse_button_callback(window, button, action, mods):
149      global left_mouse_button_pressed
150
151      if button == GLFW_MOUSE_BUTTON_LEFT and action == GLFW_PRESS:
152          left_mouse_button_pressed = 1
153      else:
154          left_mouse_button_pressed = 0
```

Rysunek 3.2 Reakcja na wciśnięcie lewego przycisku myszy

W funkcji *mouse_motion_callback()* w reakcji na ruch myszą korygowane jest położenie w poziomie i pionie.

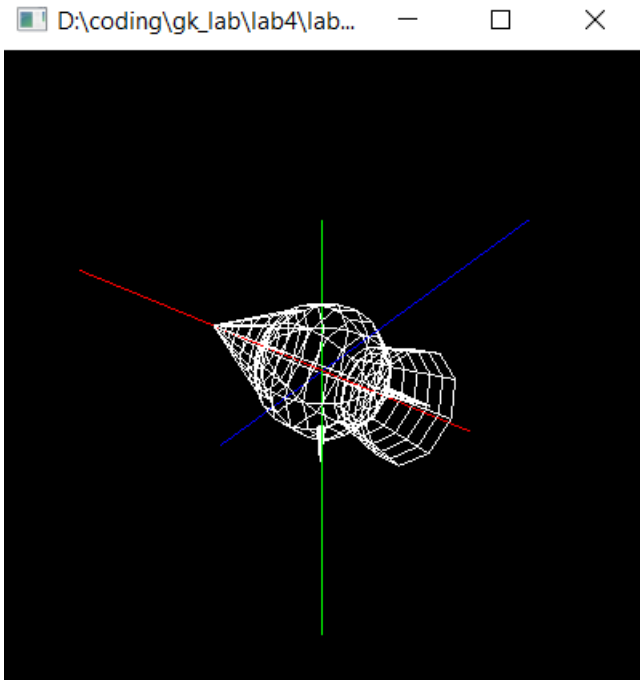
```
134  def mouse_motion_callback(window, x_pos, y_pos):
135      # Uzycie globalnych zmiennych
136      global delta_x
137      global mouse_x_pos_old
138      global delta_y
139      global mouse_y_pos_old
140
141      # Zmiana polozenia x, y dla myszy
142      delta_y = y_pos - mouse_y_pos_old
143      mouse_y_pos_old = y_pos
144      delta_x = x_pos - mouse_x_pos_old
145      mouse_x_pos_old = x_pos
```

Rysunek 3.3 Aktualizacja położenia myszy w poziomie i pionie

Obroty modelu na podstawie akcji związanych z ruchem myszą dokonywane są w funkcji *render()*. Najpierw ustalane jest przekształcenie patrzenia za pomocą funkcji *gluLookAt()* oraz argumentu – listy *viewer* przechowującej informacje o położeniu obserwatora. Następnie, jeżeli lewy przycisk myszy jest wciśnięty, zmieniane są kąty *theta* i *phi,* korzystając z wartości przesunięć myszy oraz wartości użytej do przeskalowania (*pix2angle*). Następuje obrót odpowiednio wokół osi X i Y za pomocą wywołań funkcji *glRotatef()* (Rysunek 3.4). Rezultat działania skryptu przedstawia Rysunek 3.5.

```python
def render(time):
    global theta
    global phi

    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT)
    glLoadIdentity()

    gluLookAt(viewer[0], viewer[1], viewer[2],
              0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 1.0, 0.0)

    # Zmieniamy katy polozenia, gdy LPM wcisniety
    if left_mouse_button_pressed:
        phi += delta_y * pix2angle
        theta += delta_x * pix2angle

    # Obrocenie
    glRotatef(phi, 1.0, 0.0, 0.0)
    glRotatef(theta, 0.0, 1.0, 0.0)

    axes()
    example_object()

    glFlush()
```

Rysunek 3.4 Funkcja render()



Rysunek 3.5 Obrócony obiekt

4. Zadanie na ocenę 3.5 – skrypt *lab3_5.py*

W zadaniu tym należało wprowadzić obsługę drugiego przycisku myszy w celu przeskalowania obiektu. Do zmiennych globalnych z poprzedniego zadania została dodana zmienna *scale*, która

przechowuje liczbową wartość przeskalowania. Postać funkcji *mouse_motion_callback()* nie uległa zmianie, natomiast funkcja *mouse_button_callback()* została zmodyfikowana tak, aby obsłużyć także prawy przycisk myszy – analogicznie jak lewy przycisk (Rysunek 4.1).

```
156  def mouse_button_callback(window, button, action, mods):
157      global left_mouse_button_pressed
158      global right_mouse_button_pressed
159
160      if button == GLFW_MOUSE_BUTTON_LEFT and action == GLFW_PRESS:
161          left_mouse_button_pressed = 1
162      else:
163          left_mouse_button_pressed = 0
164
165      if button == GLFW_MOUSE_BUTTON_RIGHT and action == GLFW_PRESS:
166          right_mouse_button_pressed = 1
167      else:
168          right_mouse_button_pressed = 0
```

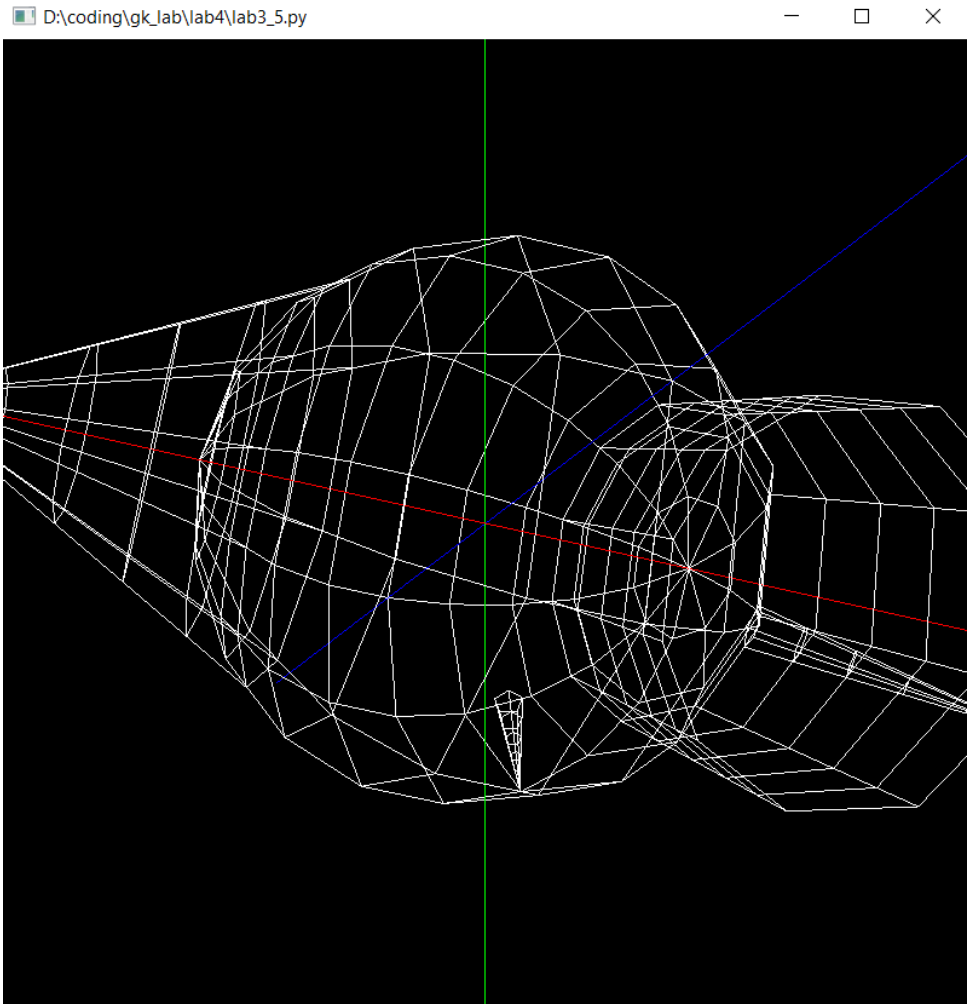
Rysunek 4.1 Dodanie obsługi prawego przycisku

Zmianie uległa funkcja *render()*. Zostało uwzględnione przyciśnięcie prawego przycisku myszy, które skutkuje wyliczeniem wartości *scale*. Do dotychczasowej wartości jest dodawane 0,015 wartości przesunięcia myszy w poziomie, ale tylko pod warunkiem, że wynikowa wartość jest większa od 0. W przeciwnym razie *scale* posiada dotychczasową wartość. Rozwiązanie to, wprowadzone za pomocą jednoliniowej instrukcji warunkowej *if* ma na celu zabezpieczenie przed niepoprawnym skalowaniem, które może prowadzić do uzyskania wartości niedodatnich (Rysunek 4.2).

```
 99      # Zmieniamy katy polozenia, gdy LPM wcisniety
100      if left_mouse_button_pressed:
101          phi += delta_y * pix2angle
102          theta += delta_x * pix2angle
103      # Zmiana skali, gdy PPM wcisniety
104      if right_mouse_button_pressed:
105          scale = scale + 0.015 * delta_x if scale + 0.015 * delta_x > 0 else scale
106
107      # Obrocenie
108      glRotatef(phi, 1.0, 0.0, 0.0)
109      glRotatef(theta, 0.0, 1.0, 0.0)
110      # Skalowanie
111      glScalef(scale, scale, scale)
```

Rysunek 4.2 Główna, zmodyfikowana część funkcji render()

Efekt działania omówionego skryptu w postaci przeskalowanego modelu przedstawia Rysunek 4.3. Jednoczesne naciśnięcie prawego przycisku myszy oraz ruch w poziomie umożliwia skalowanie.



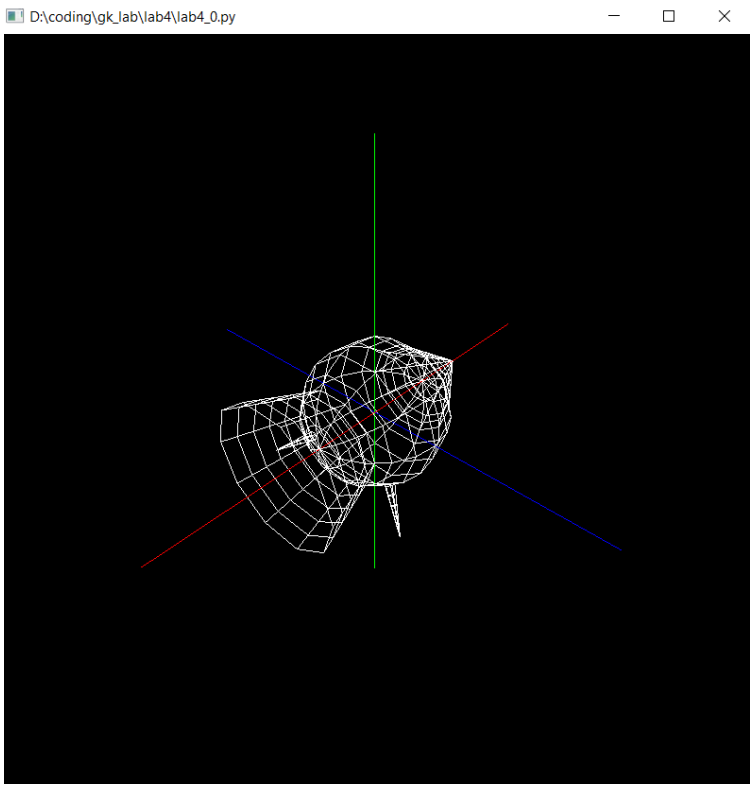
Rysunek 4.3 Przeskalowany obiekt

5. Zadanie na ocenę 4.0 – skrypt *lab4_0.py*

W zadaniu tym należało wprowadzić ruch kamery wokół modelu. Nie jest on jednak w pełni poprawny, gdyż jego usprawnienie jest celem zadania na ocenę 4.5. Funkcje obsługujące zdarzenia myszy pozostały niezmienione, a wywołania funkcji *glRotatef()* i *glScalef()* w funkcji *render()* zostały zakomentowane. Wartości zmiennych *theta* i *phi* przeskalowane przez *π/180* i użyte jako argumenty funkcji *sin()* i *cos()* są wykorzystane do obliczenia wartości zmiennych *x_eye*, *y_eye* i *z_eye*, które z kolei są użyte w wywołaniu funkcji *gluLookAt()*. W obliczaniu tych wartości uwzględniona jest także wartość *R*, która wynika z ruchu myszą. Przemnożenie przez 0,015 ma na celu zmniejszenie reakcji na dany ruch myszą. Obliczenie *x_eye*, *y_eye*, *z_eye* odbywa się zgodnie ze wzorami dostarczonymi w instrukcji przez Prowadzącego (Rysunek 5.1). Efekt przedstawia Rysunek 5.2.

```
111     # Zmieniamy katy polozenia, gdy PPM wcisniety
112     if right_mouse_button_pressed:
113         phi += delta_y * pix2angle
114         theta += delta_x * pix2angle
115 
116         R += delta_x * 0.015 * pix2angle
117 
118         x_eye = R * cos(theta * (pi/180)) * sin(phi*(pi/180))
119         y_eye = R * sin(phi*(pi/180))
120         z_eye = R * sin(theta * (pi/180)) * cos(phi*(pi/180))
121 
122 
123     # Obrocenie
124     #glRotatef(phi, 1.0, 0.0, 0.0)
125     #glRotatef(theta, 0.0, 1.0, 0.0)
126     # Skalowanie
127     #glScalef(scale, scale, scale)
128 
129     gluLookAt(x_eye, y_eye, z_eye, 0, 0, 0, 0, 1, 0)
```

Rysunek 5.1 Zmodyfikowana część funkcji render()



Rysunek 5.2 Efekt działania