

# Ćwiczenie 4

Adam Wojciechowski, Tomasz Gałaj, Sławomir Opałka

Ostatnia aktualizacja: 28 września 2021

## 1 Wstęp

W ostatnim ćwiczeniu zostanie wykorzystana cała dotychczasowa wiedza na temat OpenGL w celu zbudowania jednego, większego projektu.

## 2 Ćwiczenie

Zadanie składa się z dwóch wariantów.

Aby dowiedzieć się jaki wariant Państwu przysługuje należy zsumować cyfry swojego numeru indeksu, obliczyć modulo 14 wyniku i dodać 1.

Np. gdy indeks ma numer 123456, mamy:

$$(1+2+3+4+5+6) \% 14 + 1 = 21 \% 14 + 1 = 7 + 1 = 8,$$

czyli wariant ósmy.



Warianty zakładające sterowanie pojazdem, robotem, itp. powinny również zmieniać zachowanie wirtualnej kamery. Chodzi o to, że gdy przechodzimy z eksploracji sceny, do kontroli pojazdu, kamera powinna podążać za tym pojazdem.

### Wariant 1 (Koparka)

Do sceny należy dodać koparkę, która składa się z szufl, połączonej trzema zawiasami (dwoma ramionami) z nadwoziem, które obraca się na podwoziu (wokół osi pionowej). Podwozie ma koła. Po naciśnięciu zdefiniowanego klawisza na klawiaturze lub po wyborze opcji w GUI, klawisze które wcześniej pozwalały na eksplorację sceny, służyć będą do sterowania koparką.

## Wariant 2 (Lokomotywa)

Do sceny należy dodać lokomotywę. Lokomotywa ma  $x$  kół, z czego cztery (po dwa na bok) napędzane są tłokami (uproszczonymi). Lokomotywa jedzie i z komina unosi się dym (uproszczony model dymu - prosta geometria). Po naciśnięciu zdefiniowanego klawisza na klawiaturze lub po wyborze opcji w GUI, klawisze które wcześniej pozwalały na eksplorację sceny, służyć będą do sterowania lokomotywą.

## Wariant 3 (Tramwaj I - Odbierak trakcyjny)

Do sceny należy dodać tramwaj. Proszę stworzyć tramwaj, którego pantograf (w kształcie rombu) składa się przy pomocy sznurka. Elementami, które się animują jest sznurek (upraszczamy zakładając, że sznurek jest cały czas napięty) i ramiona oraz ślizg. Pantograf składa się i rozkłada na żądanie użytkownika. Tramwaj porusza się po scenie między budynkami.

## Wariant 4 (Tramwaj II - Drzwi tramwaju)

Do sceny należy dodać tramwaj. Proszę stworzyć tramwaj, którego drzwi otwierają się i zamykają (w różnych fazach, co najmniej trzy pary). Drzwi są trójdzielne oraz czterodzielne i otwierają się do środka. Tramwaj rusza i zatrzymuje się na żądanie użytkownika. Tramwaj porusza się po scenie między budynkami.

## Wariant 5 (Czołg)

Do sceny należy dodać czołg. Po naciśnięciu zdefiniowanego klawisza na klawiaturze lub po wyborze opcji w GUI, klawisze które wcześniej pozwalały na eksplorację sceny, służyć będą do sterowania czołgiem. Wieżyczka porusza się w prawo i lewo, gąsienice pojazdu kręcą się gdy użytkownik porusza czołgiem.

## Wariant 6 (Wypasiony domek w lesie/dżungli)

Do sceny należy dodać duży domek pośród drzew. Powinien posiadać drzwi i okiennice. Z komina będzie wydobywał się dym. Użytkownik może utworzyć drzwi by wejść do domku. W domku niech będzie telewizor z animowaną teksturą. Telewizor można włączyć/wyłączyć na żądanie użytkownika.

## Wariant 7 (Terminator)

Do sceny należy dodać robota. Po naciśnięciu zdefiniowanego klawisza na klawiaturze lub po wyborze opcji w GUI, klawisze które wcześniej pozwalały na eksplorację sceny, służyć będą do sterowania robotem. Głowa androida porusza się w prawo i lewo, za pomocą dodatkowo zdefiniowanych klawiszy lub myszy.

## Wariant 8 (Statek kosmiczny)

Scena eksplorowana jest z wnętrza statku kosmicznego. Dodatkowo użytkownik może wznosić się w górę w przypadku gdy jego wysokość będzie za niska program zakończy się i zostanie wyświetlona informacja GAME OVER.

## Wariant 9 (Caterpillar)

Do sceny należy dodać Caterpillar. Powinien posiadać ruchomą "łychę" z przodu (podnoszenie/opuszczanie) oraz koła (symulacja jazdy). Po naciśnięciu zdefiniowanego klawisza na klawiaturze lub po wyborze opcji w GUI, klawisze które wcześniej pozwalały na eksplorację sceny, służyć będą do sterowania pojazdem.

## Wariant 10 (Helikopter)

Do sceny należy dodać model helikoptera z kręcącymi się śmigłami. Zasymulować wznoszenie i opadanie oraz lot obiektu za pomocą klawiatury oraz myszy. Po naciśnięciu zdefiniowanego klawisza na klawiaturze lub po wyborze opcji w GUI, klawisze które wcześniej pozwalały na eksplorację sceny, służyć będą do sterowania pojazdem.

## Wariant 11 (Samochód)

Do sceny należy dodać Samochód. Powinien posiadać otwierane drzwi oraz koła (symulacja jazdy). Po naciśnięciu zdefiniowanego klawisza na klawiaturze lub po wyborze opcji w GUI, klawisze które wcześniej pozwalały na eksplorację sceny, służyć będą do sterowania pojazdem.

## Wariant 12 (Samolot)

Do sceny należy dodać model samolotu. Zasymulować wznoszenie i opadanie oraz lot obiektu za pomocą klawiatury. Po naciśnięciu zdefiniowanego klawisza na klawiaturze lub po wybo-

rze opcji w GUI, klawisze które wcześniej pozwalały na eksplorację sceny, służyć będą do sterowania pojazdem.

## Wariant 13 (Wolf 3D)

Scena eksplorowana jest z widokiem jak w grze komputerowej Wolf 3D. Dodatkowo użytkownik może zmieniać broń i wykonywać strzały. Ilość naboju odliczana jest na liczniku wyświetlanym w dole ekranu.

## Wariant 14 (Motocykl)

Do sceny należy dodać Motocykl. Powinien posiadać skręcaną kierownicę z kołem oraz kręcące się koła (symulacja jazdy). Po naciśnięciu zdefiniowanego klawisza na klawiaturze lub po wyborze opcji w GUI, klawisze które wcześniej pozwalały na eksplorację sceny, służyć będą do sterowania pojazdem.

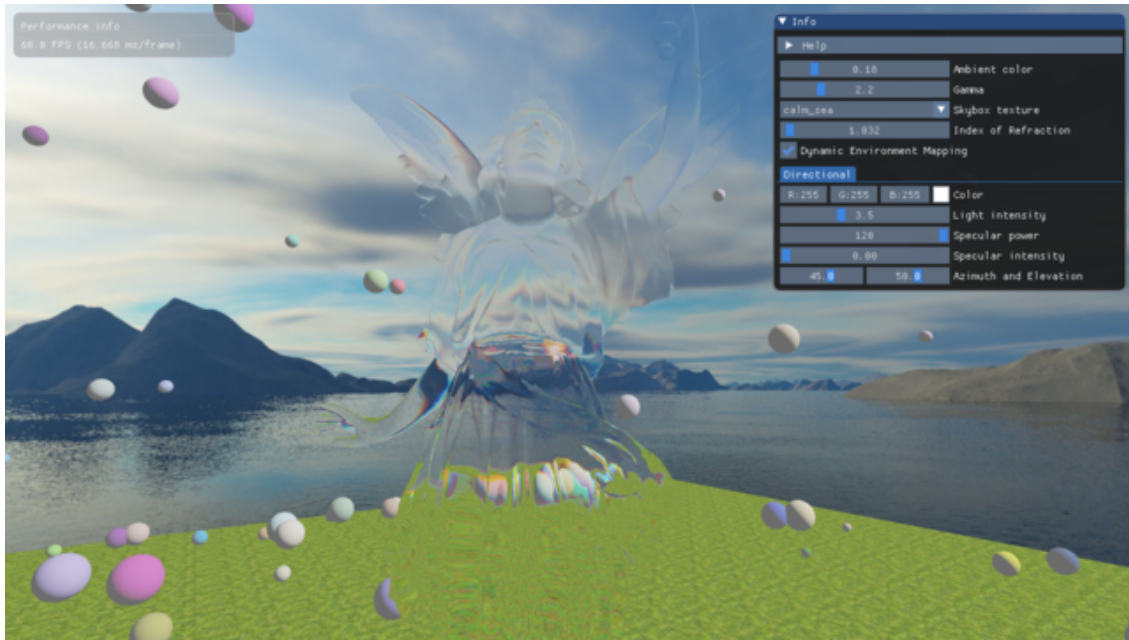
## 3 Warunki zaliczenia ćwiczenia

- Projekt musi się budować (kompilować).
- Aplikacja musi wyświetlać to, co zostało założone w treści ćwiczenia.
- Projektem bazowym dla tego ćwiczenia jest skończona scena z Ćwiczenia 3.
- Do sceny testowej należy dodać skybox (cubemap).
- Na scenie powinien znaleźć się przynajmniej jeden model refrakcyjny (refract).
- Na scenie powinien znaleźć się przynajmniej jeden model zwierciadlany (reflect).
- Obiekty refrakcyjne i odbijające światło muszą być wkomponowane w obiekt tytułarny zadania.
- Wszystkie obiekty na scenie muszą być umieszczone w strukturze grafu sceny.

## 4 Refrakcja: aberracja chromatyczna

Dla chętnych, którzy chcieliby nadać obiektom refrakcyjnym jeszcze lepszy wygląd polecamy zapoznać się z poniższym tekstem w celu dodania aberracji chromatycznej do obiektów refrakcyjnych.

Światło składa się z wielu różnych fal światła (dla uproszczenia - kolorów). Ilość światła jaka zostanie załamana jest zależne od długości fali światła. Powoduje to taki efekt, że spektrum



Rysunek 1: Przykład aberracji chromatycznej.

kolorów może zostać zaobserwowane na styku dwóch materiałów. Najlepszym tego przykładem jest tęcza, która powstaje za pomocą pryzmatu.

Taki efekt można łatwo zamodelować używając różnych wartości IoR (ang. index of refraction) dla czerwonej, zielonej i niebieskiej składowej oświetlenia. Zamiast jednej wartości IoR, należy użyć trzech różnych wartości dla IoR (vec3 zamiast jednej wartości float). Następnie należy obliczyć trzy różne wektory refrakcji (dla składowej czerwonej, zielonej i niebieskiej) i użyć tych trzech nowych kierunków, żeby spróbować trzy kolory z cube mapy. Czerwony komponent pobieramy z pierwszego koloru, zielony z drugiego i niebieski z trzeciego. Następnie łączymy te trzy komponenty w jeden kolor (vec3), który będzie ostatecznym kolorem dla danego fragmentu.

## 5 Pomocne materiały

1. <https://www.khronos.org/registry/OpenGL/specs/gl/glspec46.core.pdf> - specyfikacja OpenGL 4.6 Core
2. <https://www.khronos.org/registry/OpenGL/specs/gl/GLSLangSpec.4.60.pdf> - specyfikacja GLSL 4.6
3. <https://shot511.github.io/2018-09-03-cubemaps/> - opis tworzenia skybox'ów oraz materiałów odbijających światło i refrakcyjnych.
4. <https://shot511.github.io/2018-10-05-shadow-mapping/> - opis tworzenia map cieni.
5. <https://shot511.github.io/2018-10-26-renderowanie-tekstu/> - renderowanie napisów w OpenGL z wykorzystaniem FreeType.