

Politechnika Warszawska

Wydział Elektryczny

Informatyka Stosowana

19.05.2023



Grafika komputerowa

Projekt "Modelowanie reakcji
światła z materią"

Darya Vasilchuk 317048

Natalia Olszewska 311368

Spis treści

1	Wstęp	1
2	Podstawy teoretyczne projektu	1
3	Architektura projektu	2
4	Funkcjonalność programu	3
4.1	Sterowanie	3
5	Podsumowanie	4
5.1	Przykłady eksploracji programu	4
5.2	Wnioski	8

1 Wstęp

Celem niniejszego projektu jest implementacja programu generującego obraz sfery z efektem oświetlenia Phong. Algorytm oświetlenia Phong jest jednym z podstawowych modeli oświetlenia w grafice komputerowej, który pozwala na realistyczne oddanie interakcji światła z powierzchnią obiektów. Jest szeroko stosowany w renderowaniu trójwymiarowych scen, gier komputerowych oraz innych aplikacjach graficznych.

W ramach projektu wykorzystano bibliotekę pygame, która dostarcza narzędzia do tworzenia interaktywnych aplikacji graficznych. Dzięki temu program umożliwia użytkownikowi manipulację pozycją światła oraz wczytanie konfiguracji oświetlenia z pliku json. Otrzymany obraz sfery jest generowany na podstawie równań matematycznych opisujących interakcję światła z powierzchnią obiektu.

Implementacja programu generującego obraz sfery z efektem oświetlenia Phong ma duże znaczenie w dziedzinie grafiki komputerowej. Pozwala ona na uzyskanie bardziej realistycznych i atrakcyjnych wizualnie efektów w różnych aplikacjach, takich jak gry komputerowe, symulacje czy animacje.

2 Podstawy teoretyczne projektu

W grafice komputerowej istnieje wiele modeli oświetlenia, które służą do symulowania interakcji światła z powierzchniami obiektów. Kilka podstawowych pojęć związanych z oświetleniem i barwami, które zostały użyte w trakcie realizacji projektu:

1. Oświetlenie

- Źródła światła: Źródła emitują światło, które wpływa na powierzchnie obiektów. Istnieją różne rodzaje, np. światła punktowe, reflektory, światła kierunków. W projekcie zostało użyte światło punktowe.
- Model oświetlenia: Model oświetlenia definiuje sposób, w jaki światło oddziałuje z powierzchniami obiektów i jak jest ono rozproszone lub odbite.
- Oświetlenie otoczenia: Oświetlenie otoczenia reprezentuje stały poziom oświetlenia na powierzchni niezależnie od kierunku padania światła.
- Odbicie dyfuzyjne: Odbicie dyfuzyjne dotyczy rozproszenia światła na powierzchniach matowych i nierównych. Im większy kąt między wektorem normalnym a kierunkiem padania światła, tym mniej światła zostanie odbite w tym kierunku.
- Odbicie zwierciadlane: odbicie światła zgodne z prawem odbicia na gładkich powierzchniach.
- Cieniowanie: ustalanie intensywności koloru na podstawie oświetlenia.

2. Barwy

- Barwy w grafice komputerowej są reprezentowane przez model RGB, który składa się z trzech składowych: czerwonej, zielonej i niebieskiej. Kombinacja składowych RGB pozwala uzyskać różnorodne barwy. Istnieją także inne modele kolorów, takie jak CMYK i HSL/HSV.
- Manipulacja barwami umożliwia tworzenie efektów wizualnych i dostosowywanie kontrastu i jasności obrazu.

3. Model oświetlenia Phong

- Model Phong jest jednym z najpopularniejszych i najbardziej podstawowych modeli oświetlenia w grafice komputerowej.
- Składa się z trzech składowych: oświetlenia otoczenia (ambient), odbicia dyfuzyjnego (diffuse) i odbicia zwierciadlanego (specular).
- Model Phong uwzględnia również współczynniki materiału, takie jak kolor powierzchni, współczynniki odbicia dla każdej składowej oraz moc odbicia zwierciadlanego (specular power).

3 Architektura projektu

Program składa się z dwóch głównych plików: `main.py` oraz `phong_ball.py`. Plik `main.py` pełni rolę głównego modułu sterującego, inicjalizującego okno graficzne oraz obsługującego zdarzenia użytkownika. Natomiast plik `phong_ball.py` zawiera implementację klasy `PhongBall`, która jest odpowiedzialna za generowanie obrazu sfery z efektem oświetlenia Phong.

Plik `main.py`:

- Importuje niezbędne moduły, takie jak `json` i `pygame`.
- Ustala rozmiar okna i inicjuje obiekt okna `pygame`.
- Definiuje zmienne globalne, takie jak `active` (stan programu), `ball` (instancja klasy `PhongBall`), `table` (konfiguracja) i `refresh` (flaga odświeżenia ekranu).
- Zawiera mapowanie klawiszy na akcje w słowniku `KEY_ACTIONS`.
- Definiuje funkcję `load_config(config_file)` do wczytywania danych konfiguracyjnych z pliku `JSON`.
- Obsługuje zdarzenia, takie jak naciśnięcie klawisza i zamknięcie okna.
- Aktualizuje pozycję światła na podstawie naciśniętych klawiszy. Odświeża ekran poprzez rysowanie obiektów na podstawie konfiguracji i aktualnej pozycji światła.

Plik `phong_ball.py`:

- Definiuje klasę PhongBall, która reprezentuje kulę Phongą. Inicjuje początkowe wartości, takie jak pozycję oka, kolor światła i pozycję światła.
- Tworzy obraz kuli Phongą na podstawie obliczeń oświetlenia.
- Oferuje możliwość przesunięcia pozycji światła wzdłuż osi x i y.
- Aktualizuje kolory na podstawie wczytanej konfiguracji.
- Projekt korzysta z modelu Phongą do renderowania efektów oświetleniowych na powierzchniach kuli. Klasa PhongBall implementuje algorytmy obliczeniowe, takie jak oświetlenie otoczenia, odbicie dyfuzyjne i odbicie zwierciadlane. Wykorzystuje też różne operacje matematyczne, takie jak obliczanie wektorów normalnych, obliczanie kątów i odległości oraz normalizację wartości kolorów.

Cały projekt jest zorganizowany w sposób modułowy, gdzie główny plik main.py obsługuje zdarzenia i komunikuje się z klasą PhongBall w pliku phong_ball.py, która zajmuje się obliczeniami i renderowaniem obrazu. Dzięki tej strukturze, łatwo można zarządzać konfiguracją, manipulować parametrami oświetlenia i rozbudowywać funkcjonalność projektu.

4 Funkcjonalność programu

4.1 Sterowanie

Funkcjonalność programu można podzielić na dwie części. Jedną z nich jest sterowanie punktem świetlnym:

- Klawisz "a": Przesuwa pozycję światła w lewo. Gdy ten klawisz jest naciśnięty, punkt świetlny przesuwany się w lewo o 50 jednostek.
- Klawisz "d": Przesuwa pozycję światła w prawo. Gdy ten klawisz jest naciśnięty, punkt świetlny przesuwany się w prawo o 50 jednostek.
- Klawisz "w": Przesuwa pozycję światła w górę. Gdy ten klawisz jest naciśnięty, punkt świetlny przesuwany się w górę o 50 jednostek.
- Klawisz "s": Przesuwa pozycję światła w dół. Gdy ten klawisz jest naciśnięty, punkt świetlny przesuwany się w dół o 50 jednostek.

Drugą opcją jest zmiana parametrów wyświetlanej kulki. Do dyspozycji mamy poniższe możliwości:

- Klawisz "r": Wczytuje domyślną konfigurację z pliku "config/default.json". Po naciśnięciu tego klawisza, kolory i parametry kuli zostaną zaktualizowane na podstawie wczytanych danych.
- Klawisz "1": Wczytuje konfigurację dla materiału metalu z pliku "config/metal.json". Po naciśnięciu tego klawisza, kolory i parametry kuli zostaną zaktualizowane na podstawie wczytanych danych.

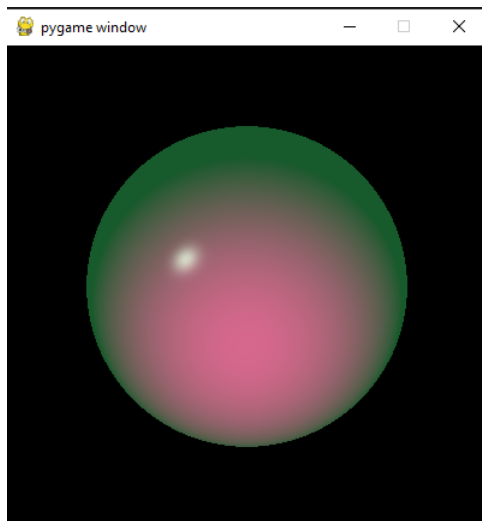
- Klawisz "2": Wczytuje konfigurację dla materiału drewna z pliku "config/drewno.json". Po naciśnięciu tego klawisza, kolory i parametry kuli zostaną zaktualizowane na podstawie wczytanych danych.
- Klawisz "3": Wczytuje konfigurację dla materiału jedwabiu z pliku "config/jedwab.json". Po naciśnięciu tego klawisza, kolory i parametry kuli zostaną zaktualizowane na podstawie wczytanych danych.
- Klawisz "4": Wczytuje konfigurację dla materiału matowej farby z pliku "config/matowa_farba.json". Po naciśnięciu tego klawisza, kolory i parametry kuli zostaną zaktualizowane na podstawie wczytanych danych.

5 Podsumowanie

5.1 Przykłady eksploracji programu

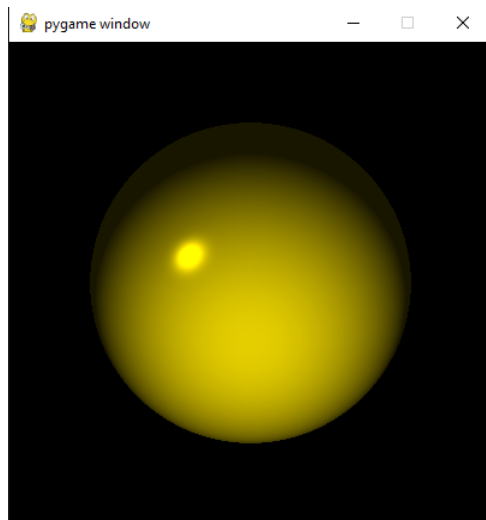
Program dostarcza wizualnej demonstracji zastosowania modelu oświetlenia Phong'a w generowaniu realistycznych efektów oświetlenia na powierzchni sfery. Poniżej są przedstawione przykładowe materiały i ich wizualizacja. Przykładowe materiały zostały wybrane ze względu na kontrast ich reprezentacji, co ułatwi obserwację różnic między nimi.

1. Domyślna - losowy zestaw parametrów.



Rysunek 1: "Arbuz" - domyślna konfiguracja

2. Metal - Złoto.



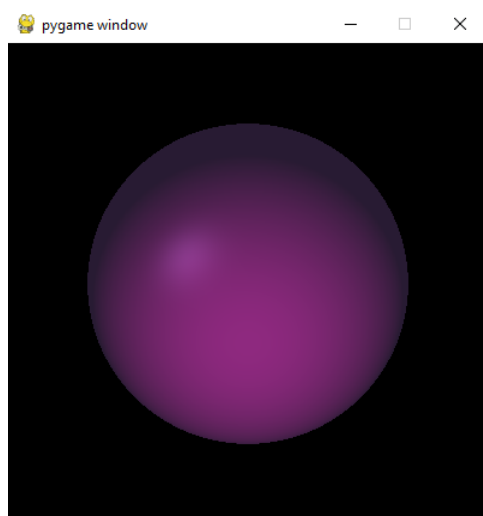
Rysunek 2: "Konfiguracja złota"

3. Drewno.



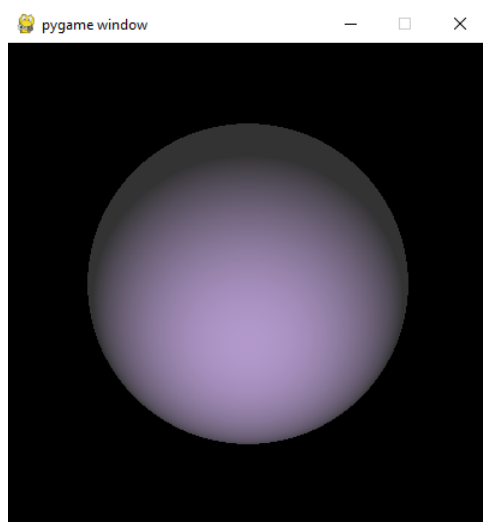
Rysunek 3: "Konfiguracja drewna"

4. Jedwab.



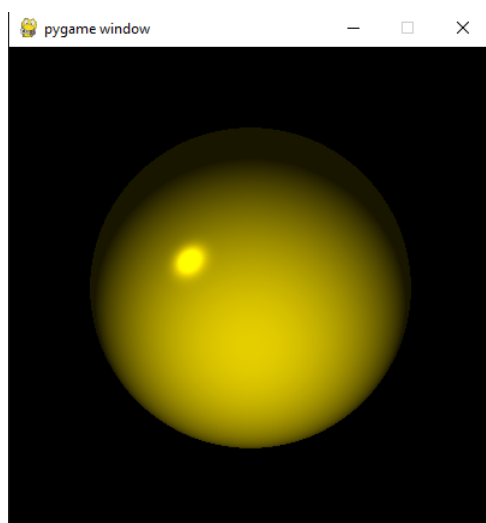
Rysunek 4: Konfiguracja jedwabiu

5. Matowa farba.

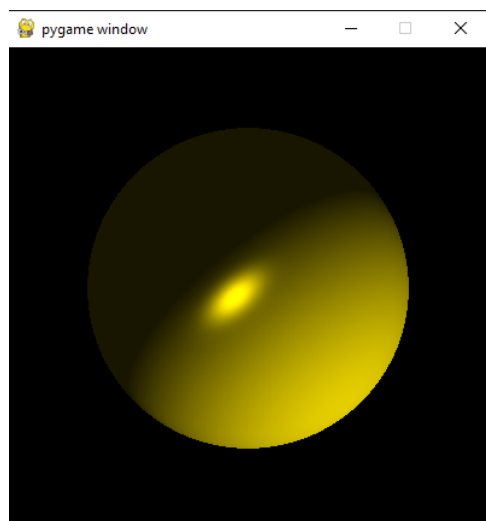


Rysunek 5: "Konfiguracja matowej farby"

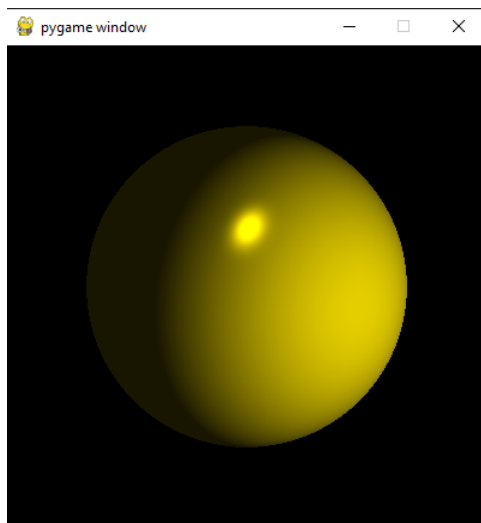
Eksploracja programu na przykładzie złota z różnymi pozycjami źródła światła:



Rysunek 6: "Domyślne położenie źródła światła"



Rysunek 7: "Źródło światła przesunięte w dół"



Rysunek 8: "Źródło światła przesunięte w prawo"

5.2 Wnioski

Projekt osiągnął następujące rezultaty. Po pierwsze, została zaimplementowana funkcjonalność generowania obrazu sfery przy użyciu modelu oświetlenia Phong. Program umożliwia interakcję użytkownika, który może dostosować różne parametry oświetlenia i obserwować efekty wizualne na wygenerowanym obrazie. Osiągnięto realistyczne efekty oświetlenia, takie jak rozproszenie światła, cienie, refleksy i połysk, co pozwala na lepsze zrozumienie zasad działania modelu oświetlenia Phong. Projekt umożliwia eksperymentowanie z różnymi konfiguracjami oświetlenia i obserwowanie ich wpływu na wygenerowany obraz sfery.

W rezultacie, ten projekt dostarcza praktyczne doświadczenie związane z generowaniem obrazów sfery i manipulowaniem parametrami oświetlenia. Pozwala to lepiej zrozumieć i wizualnie zaobserwować działanie modelu oświetlenia Phong oraz eksperymentować z różnymi ustawieniami, co przyczynia się do poszerzenia wiedzy na temat grafiki komputerowej i efektów oświetlenia.

Program ma wiele zalet, takich jak interaktywność, wizualizacja efektów oświetlenia i konfigurowalność, co czyni go przydatnym narzędziem do eksperymentowania i nauki z zakresu grafiki komputerowej. Jednakże, należy mieć świadomość jego ograniczeń związanych z prostą geometrią, brakiem zaawansowanych technik renderowania oraz potencjalnymi ograniczeniami wydajnościowymi.

Oświetlenie Phong jest niezwykle ważnym narzędziem w grafice komputerowej, umożliwiającym generowanie wizualnie realistycznych scen. Jego potencjał wynika z możliwości precyzyjnego oddawania zachowania światła na renderowanych obiektach, kontrolowania efektów oświetlenia oraz prostoty implementacji.

Podsumowując, projekt stanowił udane wprowadzenie do generowania obrazów sfery z zastosowaniem modelu oświetlenia Phong. Istnieje wiele możliwości rozbudowy projektu, takich jak dodanie innych kształtów geometrycznych, zaawansowanych technik renderowania, interaktywnych narzędzi edycji oraz importowanie zewnętrznych modeli 3D. To otwiera perspektywy dalszych ulepszeń i eksperymentów w dziedzinie generowania realistycznych scen 3D.

Bibliografia

- [1] https://en.wikipedia.org/wiki/Phong_shading
- [2] https://en.wikipedia.org/wiki/Phong_reflection_model
- [3] <https://www.youtube.com/watch?v=DFMFPSD0Ua8>
- [4] https://people.eecs.ku.edu/~jrmiller/Courses/672/InClass/3DLighting/MaterialProperties.html?fbclid=IwAR0DVTdLHdw09vzLbTIg_GthrwvchJ1dVQ4qfkEnq00k6XP5WW1NeaVZB8U
- [5] <https://www.pygame.org/docs>