

FACULTATEA DE AUTOMATICĂ ȘI CALCULATOARE

# PRELUCRARE GRAFICĂ

**Matean Alin-Florin**

**Grupa 30238**

# Cuprins

<b>1. Prezentarea temei</b>	<b>3</b>
<b>2. Scenariul</b>	<b>3</b>
2.1. Descrierea scenei și a obiectelor	3
2.2. Funcționalități	4
<b>3. Detalii de implementare</b>	<b>4</b>
3.1. Funcții și algoritmi	4
3.2. Modelul grafic	5
3.3. Structuri de date	5
3.4. Ierarhia de clase	5
<b>4. Prezentarea interfeței grafice utilizator</b>	<b>5</b>
4.1. Interfața grafică	5
4.2. Manual de utilizare	8
<b>5. Concluzii și dezvoltări ulterioare</b>	<b>9</b>
<b>6. Referințe</b>	<b>10</b>

# 1. Prezentarea temei

Tema acestui proiect a fost realizarea unei prezentări fotorealiste a unei scene de obiecte 3D. Această scenă trebuia realizată utilizând librăriile OpenGL, GLFW, GLM, etc. Astfel, am ales să compun o scenă medievală, o cetate care înconjoară câteva căsuțe și diferite obiecte cu specific medieval.

## 2. Scenariul

### 2.1. Descrierea scenei și a obiectelor

Scena creată surprinde o cetate medievală cu diferite obiecte specifice. Cetatea e alcătuită din mai multe ziduri, iar în partea din față, la intrare are și două turnuri. În interiorul zidurilor cetății se află două case din lemn, o biserică și diferite obiecte, precum fântână, car sau foc. Scena se află pe un plan care imită și niște dealuri, plan care are o textură de zăpadă. Cerul este un skybox în modul zi și un skydom pe timpul nopții. Obiectele folosite au fost:

- Pământul – un plan
- Cetatea – un obiect compus din mai multe ziduri mici
- Ușa cetății
- Ușa care se deschide de la cetate – am făcut un alt obiect din ușă mare
- O casă din lemn
- Ușa de la prima casă de lemn
- Fereastră de la prima casă
- Patul – un obiect care a fost duplicat de câteva ori
- Masa de lemn
- Scaun de lemn
- Călimară cu pană
- Carte
- Lumânare
- Biserică
- A doua casă din lemn
- Fereastră care se deschide la a doua casă
- 2 cărți de lemn
- Coș cu legume
- Pietre
- Wc din lemn
- Ușa wc-ului
- Fântână
- Butoi
- Cufăr
- Bănuți

- Tortे
- Lemnele pentru foc
- Călimară cu pană
- Cerul pe timp de noapte – skydome
- Flacără lumânare
- Păsări

## 2.2. Funcționalități

În scenă există diferite funcționalități precum:

- Posibilitatea navigării prin scenă cu ajutorul tastaturii
- Posibilitatea rotirii prin scenă cu ajutorul mouse-ului
- Vizualizarea scenei în modurile solid, wireframe
- Generare de ceată
- Interacțiune cu diferite obiecte(ex.: deschidere uși)
- Animație de prezentare a scenei
- Trecerea la modul de noapte și dezactivare lumină direcțională
- Generarea umbrelor
- Creștere intensitate lumină direcțională
- Activare/dezactivare lumină punctiformă
- Rotire lumină direcțională

## 3. Detalii de implementare

### 3.1. Funcții și algoritmi

Pentru modul de noapte, pentru a fi cât mai realist, în primul rând am ales schimbarea skybox-ului cu un SkyDome, un obiect care reprezintă un sfert de sferă și care are o textură. De fapt skybox-ul în continuare este în scenă, dar mai aproape de noi e SkyDome-ul și de aceea apare senzația de cer întunecat. În momentul în care tasta specifică modului de noapte este apăsată, se desenează acest obiect. Tot atunci, se dezactivează și lumina direcțională, iar dacă cea punctiformă va fi activată va da senzația unei scene pe timpul noptii. Am ales acestă metodă deoarece mi s-a părut cel mai ușor de implementat și cu un efect plăcut.

Deoarece scena este destul de mare, generarea umbrelor pentru fiecare obiect a presupus mărirea frustumului și includerea acestora în harta de adâncime. Supradimensionarea frustumului duce la scăderea calității umbrelor. Pentru a îmbunătăți calitatea umbrelor, am utilizat algoritmul PCF<sup>[6]</sup>, care presupune eșantionarea de mai multe ori (de 25 de ori în cazul acestui proiect) din harta de adâncime, de fiecare dată cu valori puțin diferite. Rezultatele sunt combinate și se obține o umbră puțin mai soft.

Pentru mișcarea în scenă, pe lângă funcțiile specifice din interiorul clasei *Camera.cpp*, există și niște funcții în *main.cpp*, *processMovement()* pentru mișcare înainte, înapoi, stânga, dreapta și *mouseCallback()* pentru rotirea în scenă cu mouse-ul, rotire implementată cu unghurile lui Euler<sup>[1]</sup>. Aici a apărut problema *Gimbal lock*, rezolvată prin blocarea rotației complete în jurul axei X.

Pe lângă aceste funcții, restul au fost realizate pe baza laboratoarelor, de exemplu modelul de iluminare *Phong*, modul în care sunt încărcate texturi sau generarea de ceată.

### 3.2. Modelul grafic

În această aplicație, modelul grafic este reprezentat de obiectele 3D încărcate din fișiere cu extensia *.obj*. Obiectele au fost modelate în *Blender*<sup>[2]</sup>. Toată scena a fost creată acolo, iar mai apoi au fost exportate pe rând fiecare obiect cu *mtl*-ul specific și imaginea ce reprezintă textura. Pentru a face posibilă deschiderea unor uși în scenă, am editat obiectul, am selectat anumite vârfuri/fețe și l-am împărțit în 2 obiecte diferite, unul pe care se vor aplica transformări de model și va simula deschiderea unei uși.

### 3.3. Structuri de date

Structurile de date folosite au fost, în primul rând, cele specifice bibliotecii GLM. Astfel, cele mai utilizate structuri de date au fost *vec3*, *mat3* sau *mat4*. Tot cu ajutorul bibliotecii GLM au fost posibile și efectuarea operațiilor cu aceste structuri de date. Un alt tip de structuri de date utilizate au fost cele specifice OpenGL-ului, modelate cu ajutorul unor funcții speciale<sup>[3]</sup>, sau cele din librăria standard C++.

### 3.4. Ierarhia de clase

Prin includerea fiecărui header în fișierul sursă principal *main.cpp* a fost posibilă utilizarea și implementarea tuturor funcționalităților existente. În clasa *Camera* s-a realizat posibilitatea navigării prin scenă. *Mesh* și *Model3D* s-au ocupat de definirea vârfurilor și crearea unui obiect. În clasa *Window* se creează fereastra aplicației<sup>[5]</sup>. *Shader* încarcă shader-ele programului, care vor ajunge să ruleze pe GPU. Clasa *SkyBox* este responsabilă de încărcarea fețelor care vor reprezenta decorul exterior, senzația de spațiu infinit al scenei.

## 4. Prezentarea interfeței grafice utilizator

### 4.1. Interfața grafică

În imaginile următoare va fi prezentată interfața grafică a aplicației, imagini cu scena creată în diferite moduri.

În figura 1, se poate observa o imagine de ansamblu a scenei, pe timp de zi în care este activată doar lumina direcțională. Se pot observa umbrele generate.



Figura 1. Aplicația grafică

Figura 2 de mai jos, surprinde scena în modul de noapte, cu lumina punctiformă activată(sferă). Se poate observa cum obiectele îndepărtate sunt luminate mai puțin sau cum cerul s-a întunecat.



Figura 2. Scena pe timpul nopții

În următoarea figură, este evidențiat interiorul casei mici, care conține 2 paturi (se vede doar unul în imagine), o masă, un scaun și niște obiecte pe masă. Când este activată lumina punctiformă, se activează și cea din exterior și aceasta din interior, în jurul căreia am desenat flacăra lumânării.



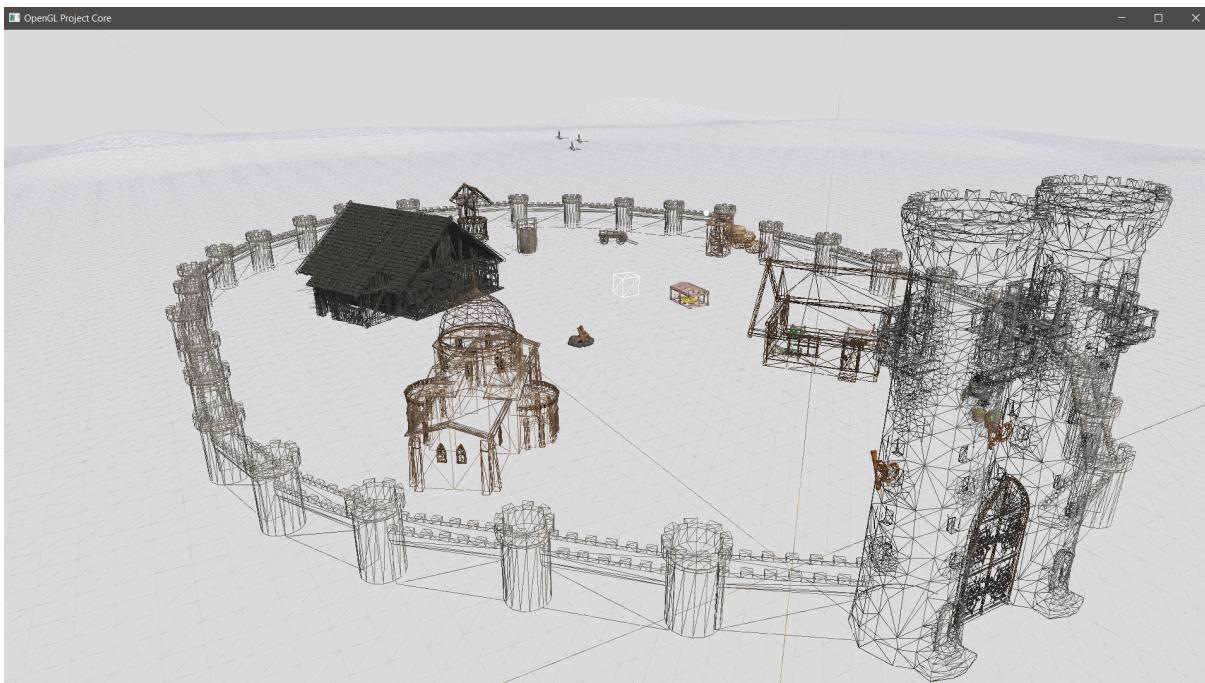
Figura 3. Interiorul casei mici

Scena cu modul de ceață activat se observă în figura 4.



*Figura 4. Scena cu ceață*

În figura cu numărul 5, este activat modul *wireframe*.



*Figura 5. Scena în modul wireframe*

## 4.2. Manual de utilizare

După rularea executabilului, în aplicația grafică se pot face următoarele:

- W - mișcare în față
- S - mișcare înapoi
- A - mișcare la stânga
- D - mișcare la dreapta
- F - activare ceață
- G - dezactivare ceață
- J - rotire lumină direcțională spre stânga
- L - rotire lumină direcțională spre dreapta
- tasta *enter* - activare animație de prezentare
- K - oprire animație de prezentare
- O - activare lumini punctiformă (lumina deasupra cufărului și lumânarea din casa mică)
- P - dezactivare lumini punctiformă
- N - activare mod de noapte + dezactivare lumină direcțională
- M - activare mod de zi + creștere intensitate lumină direcțională

- Y - deschidere ușă principală cetate<sup>[4]</sup>
- I - închidere ușă principală cetate
- R - deschidere cufăr
- T - închidere cufăr
- U & tasta 1 - deschidere ușă prima casă
- U & tasta 2 - închidere ușă prima casă
- U & tasta 3 - deschidere oblon casa mare
- U & tasta 4 - închidere oblon casa mare
- U & tasta 5 - deschidere ușă wc
- U & tasta 6 - închidere ușă wc
- Z - vizualizare scenă în mod solid
- X - vizualizare scenă în mod wireframe
- V - vizualizare hartă de adâncime

## 5. Concluzii și dezvoltări ulterioare

Acest proiect m-a ajutat să înțeleg ce multă muncă e în spatele unor aplicații grafice, a unor lucruri care par simple la prima vedere, o scenă simplă. Cu siguranță voi vedea cu alți ochi orice aplicație grafică de acum și voi fi atent la detalii la care până acum nu m-aș fi gândit. În cadrul acestui proiect, mi-a plăcut că am putut alege ce scenă să realizăm și ce obiecte să folosim, fără restricții. Ca și dezvoltări ulterioare, ar putea să se extindă această scenă cu mai multe obiecte și să existe mai multă interacțiune, eventual să fie și niște personaje care fac diferite acțiuni. Ar fi interesantă și implementarea unei *3<sup>rd</sup> person camera*.

## 6. Referințe

[1] Camera

<https://learnopengl.com/Getting-started/Camera>

[2] Tutoriale Blender Cosmin Nandra

[https://www.youtube.com/playlist?list=PLrgcDEgRZ\\_kndoWmRkAK4Y7ToJdOf-OSM](https://www.youtube.com/playlist?list=PLrgcDEgRZ_kndoWmRkAK4Y7ToJdOf-OSM)

[3] Documentație OpenGL

<https://docs.gl/>

[4] Transformări de model OpenGL

<https://glm.g-truc.net/0.9.9/index.html>

[5] Tutorial OpenGL

[https://www.youtube.com/watch?v=W3gAzLwfIP0&list=PLlrATfBNZ98foTJPJ\\_Ev03o2oq3-GGOS2](https://www.youtube.com/watch?v=W3gAzLwfIP0&list=PLlrATfBNZ98foTJPJ_Ev03o2oq3-GGOS2)

[6] PCF - percentage-closer filtering

<https://learnopengl.com/Advanced-Lighting/Shadows/Shadow-Mapping>