



UNIVERSITATEA TEHNICĂ
DIN CLUJ-NAPOCA

Facultatea de Automatică și Calculatoare

Proiect Prelucrare Grafică

Resort pentru relaxare

Student: Ilovan Bianca Maria

Profesor îndrumător: Grigor Sonia

Cuprins

1.Prezentarea temei	3
2.Scenariu	3
2.1.Descrierea scenei și a obiectelor.....	3
2.2. Funcționalități.....	3
3.Detalii de implementare	4
3.1.Funcții și algoritmi	4
3.1.1.Soluții posibile.....	4
3.1.2.Soluția aleasă.....	4
3.2.Modelul grafic	5
3.3.Structuri de date.....	5
3.4.Ierarhia de clase.....	5
4.Prezentarea interfeței grafice.....	6
5.Manual de utilizare	9
6.Concluzii	9
7.Dezvoltări ulterioare.....	10
8.Referințe	10

1. Prezentarea temei

Primul pas al proiectului suport era practic întocmirea unei scene cu mai multe obiecte. Pentru că perioada în care am început să lucrez la acest proiect era una destul de aglomerată, m-am gândit că cel mai potrivit ar fi să încerc să-mi compun cu diverse obiecte un centru de relaxare.

2. Scenariu

Inițial, am ales să îmi creez scena obiectelor statice în Blender. Obiectele cărora voiam să le aplic anumite animații au fost exportate separat ca obiecte, încărcate în Visual Studio pentru a putea fi incluse cu ajutorul translațiilor și scalărilor (pentru a avea mărimea potrivită în raport cu restul obiectelor deja existente) în scena finală a proiectului. După cum precizasem, ideea proiectului e crearea unui mediu de relaxare, astfel am încercat să îl fac cât mai primitor.

2.1. Descrierea scenei și a obiectelor

Astfel scena din Blender conține:

- Ground-ul în principal destul de plat, are doar câteva denivelări, fiind baza pe care stau restul obiectelor din scenă
- Skybox de noapte
- O grădină de vară cu diverse accesorii potrivite: flori, verdeță, copăcei, brăduți, cate 2 mese cu scaune, etc
- O casă destul de modernă
- Roată de tip London Eye (Fair Wheel)
- Balansoar cu 2 perne
- Watch Tower
- Mini lac
- 4 felinare
- Un cort cu câteva perne și loc de dormit

Pe lângă aceste obiecte mai există obiecte asupra cărora am vrut să aplic animații:

- Balon cu aer cald care se ridică și se coboară la apăsarea unor taste
- Bărcuță origami care se mișcă în față și în spate

2.2. Funcționalități

În primă fază aplicația se deschide cu animația de prezentare care a fost gândită în așa fel încât să fie cuprinse toate obiectele scenei. Inițial, camera a fost poziționată în partea dreaptă a scenei, fiind parcursă axa Ox de la dreapta la stânga pentru a face o parcurgere prin scenă și de a reuși să evidențiez din prima majoritatea obiectelor. Mai pe urmă, se va face o rotație puțin înspre dreapta cu un anumit unghi în așa fel încât să putem vizualiza și restul obiectelor prezente în scenă, iar mai pe urmă se va merge puțin în față. În momentul terminării animației de prezentare vom avea acces la tastatură și

mouse în cazul în care se dorește navigarea prin scenă pentru a vedea atât nivelul de detaliu al texturilor obiectelor cât și alte unghiuri ale universului.

Posibilitatea de a modifica camera target este dată de mouse, iar cu ajutorul tastelor ne putem mișca în partea stângă, față, spate sau dreapta. De asemenea este posibilă și mișcarea camerei în jurul originii, fie rotindu-ne în partea dreaptă, fie în partea stângă. Pentru o vedere mai clară și mai detaliată a scenei se poate apela la mărirea ferestrei. Totodată rotația luminii poate fi efectuată din 2 taste.

Modurile solid, wireframe și texturat pot fi vizualizate prin intermediul tastelor. Pe lângă asta, poate fi vizualizată harta de adâncime, ceața și animația pe 2 obiecte tot prin intermediul tastelor.

Atât cu ajutorul animației de prezentare, cât și prin mișcarea în scenă fie cu mouse-ul, fie cu tastele se pot observa umbrele obiectelor existente în scenă, mișcându-se în funcție de sursa de lumină.

3. Detalii de implementare

3.1. Funcții și algoritmi

3.1.1. Soluții posibile

Întrucât scena finală trebuia să aibă nuanțe fotorealiste și o anumită complexitate era nevoie de anumiți algoritmi care să ne ajute să realizăm aceste obiective.

- **Modelul de iluminare Blinn-Phong** este o versiune ușor modificată a modelului Phong. Acesta este cel care îmbunătățește reflexiile speculare în cazul unui coeficient scăzut de strălucire. Reflexiile speculare ale modelului Phong tind să fie întrerupte odată ce unghiul dintre direcția de vizionare și reflexia luminii crește peste 90 de grade. Pentru implementarea acestui model este nevoie să normalizăm direcția luminii, mai pe urmă să aflăm view-ul și să obținem semi-vectorul. Componenta speculară este apoi calculată ca fiind cosinusul unghiului dintre normală și semi-vector.
- **Shadow Mapping** conferă practic un nivel de realism nesurprins în totalitate la modelul de iluminare descris mai sus. Tehnica de shadow mapping utilizează texturi de adâncime pentru a decide dacă un punct se află în umbra sau nu. Scena trebuia observată din punctul de vedere al sursei de lumină.
Pentru implementarea algoritmului trebuie parcurse 2 etape:
 1. Rasterizarea scenei din punct de vedere al luminii
 2. Rasterizarea scenei din punct de vedere al observatorului (poziția camerei)

3.1.2. Soluția aleasă

Am considerat ca fiind cel mai potrivit să mă folosesc de tehnicile deprinse în timpul laboratoarelor de prelucrare grafică. Tutorialele au fost suficient de explicite în așa fel încât să ne ofere ajutorul și înțelegerea necesară pentru întocmirea proiectului. Astfel, am folosit atât modelul de **iluminare Blinn-Phong**, cât și **tehnica de Shadow Mapping**. Pe lângă acest lucru, am reușit să implementez tot cu ajutorul materialelor suport din laboratoare și ceața, care va apărea în momentul apăsării unei taste.

- Funcția **animation_function()** este funcția folosită pentru implementarea animației de prezentare. După cum precizasem, am ales să pornesc din partea dreaptă a scenei, am parcurs axa Ox până am ajuns în capătul scenei, după care efectuez o rotație cu un anumit unghi pentru a vizualiza și cealaltă parte a scenei. Mai merg puțin în față, după care animația de prezentare se va opri. Pe parcursul animației nu vom avea control asupra tastelor, din cauza faptului că am decis să-mi definesc o variabilă booleană pentru realizarea animației, iar când aceasta va fi falsă se va apela funcția **processMovement()** și vom avea control asupra mouse-ului.
- Funcția **init_models()** încarcă obiectele 3d puse în scenă.
- Funcția **init_shaders()** inițializează shaderele.
- Funcția **init_Uniforms()** îmi pune practic toate uniform-urile într-un loc, inițializându-le.
- Funcția **init_FBO()** a fost folosită pentru harta de adâncime, primul pas al algoritmului de Shadow Mapping fiind rasterizarea din punctul de vedere al luminii, iar mai pe urmă rasterizarea întregii scene.
- Funcția **computeLightSpaceTrMatrix()** returnează matricea de vizualizarea a scenei pentru sursa de lumina.
- În funcțiile de **render** îmi poziționez obiectele în scenă, declarându-mi o matrice separată pentru fiecare obiect importat separat pentru a face calculele necesare.

3.2. Modelul grafic

Modelul grafic ar putea fi considerat cel aferent lucrărilor de laborator, astfel am amintit de modelul de iluminare Blinn-Phong cât și de tehnica Shadow Mapping.

3.3. Structuri de date

În principal am folosit structurile de date puse la dispoziție de biblioteca GLM. Câteva exemple ar fi `mat<n>` și `vec<n>`.

O altă structură de date este și clasa `Model3D`, loc în care se vor reține coordonatele obiectului nostru cu format `obj`.

3.4. Ierarhia de clase

În proiect regăsim următoarele clase:

- `Camera.cpp` & `Camera.hpp`
- `Mesh.cpp` & `Mesh.hpp`
- `Model3D.cpp` & `Model3D.hpp`
- `Shader.cpp` & `Shader.hpp`
- `Stb_image.cpp` & `stb_image.h`
- `Tiny_obj_loader.cpp` & `tiny_obj_loader.h`
- `Window.cpp` & `Window.h`
- `Main.cpp`: fiind clasa principală a proiectului

Un detaliu de structurare al proiectului ar fi că pentru fiecare obiect exportat din blender am ales să am un folder. Astfel, în folderul `models` regăsim:

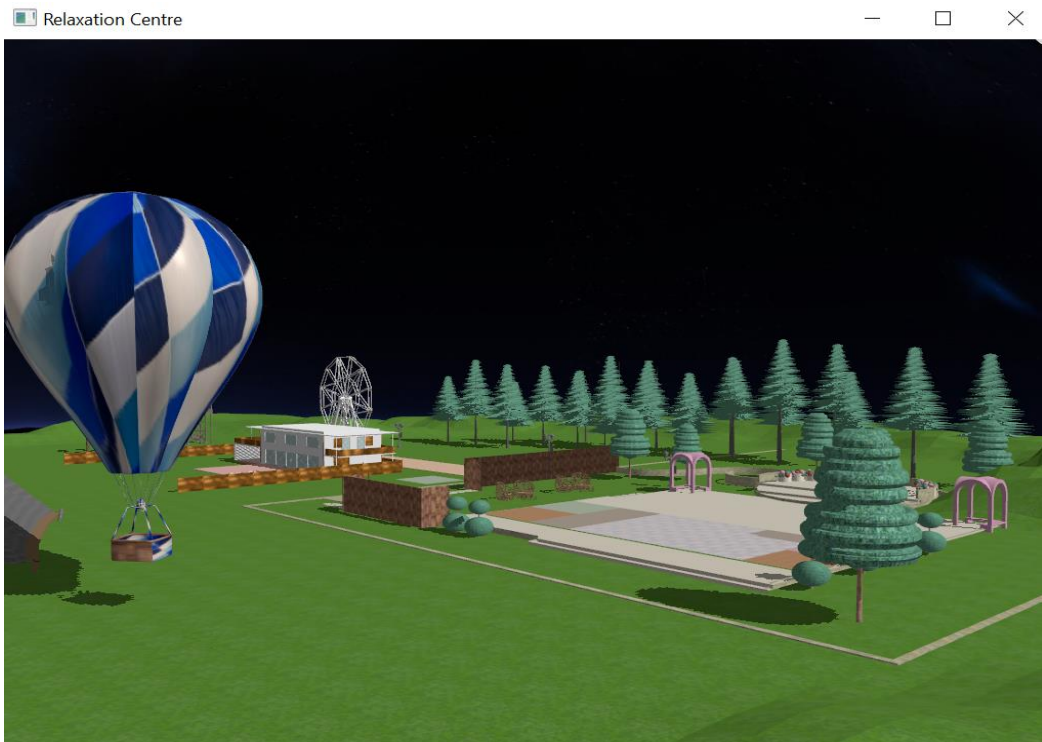
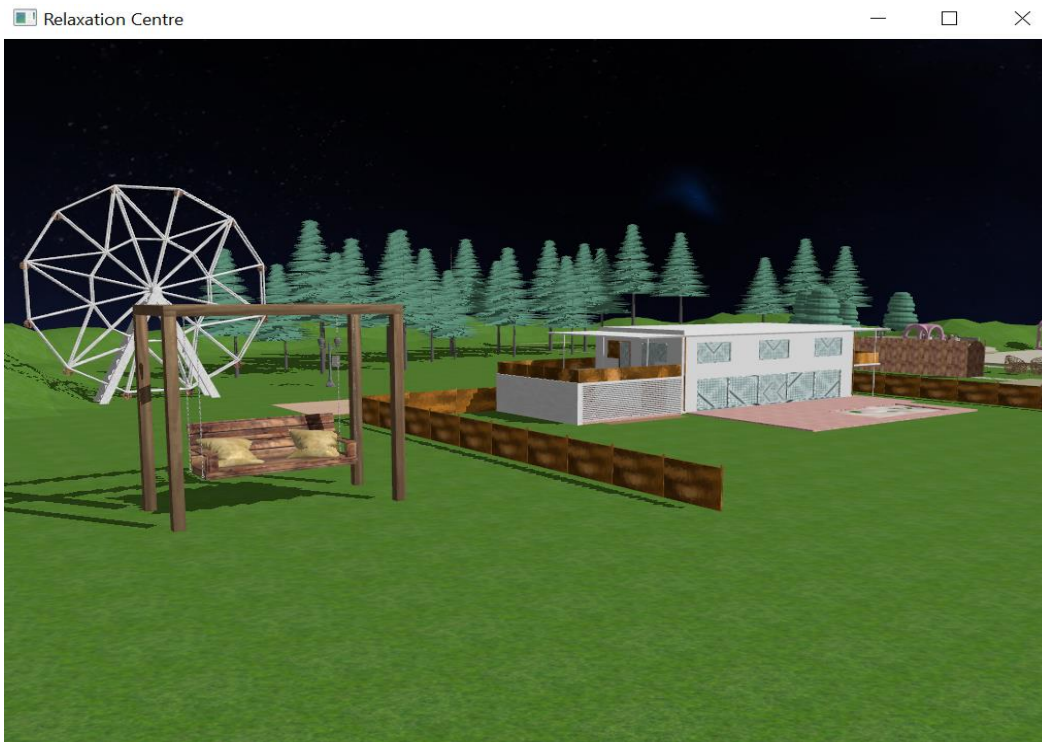
- scena_statica: este folderul care conține scena statică exportată din blender. În acest folder pe lângă obiect, mtl și câteva imagini se poate observa un alt folder textures cu alte 3 foldere pentru texturilor obiectelor existente în scenă. Am optat la această variantă pentru a avea o organizare mai bună a texturilor, din cauza faptului că erau destul de multe.
- cube
- quad
- fair_wheel: conține obiectul London Eye care inițial a fost gândită cu scopul de a separa roata de cadrul său metalic pentru a putea efectua o rotație în jurul axei sale însă nu am mai avut timpul necesar să duc la bun sfârșit acest lucru.
- origami: aici regasim barca origami care are poate face o mișcare pe axa Ox
- ballon: este folderul care conține balonul cu aer cald, un alt obiect animat cu ajutorul tastelor. Astfel acesta se va putea mișca în sus și în jos pe axa Oy.

4. Prezentarea interfeței grafice

Întreaga scena în momentul apăsării full screen:



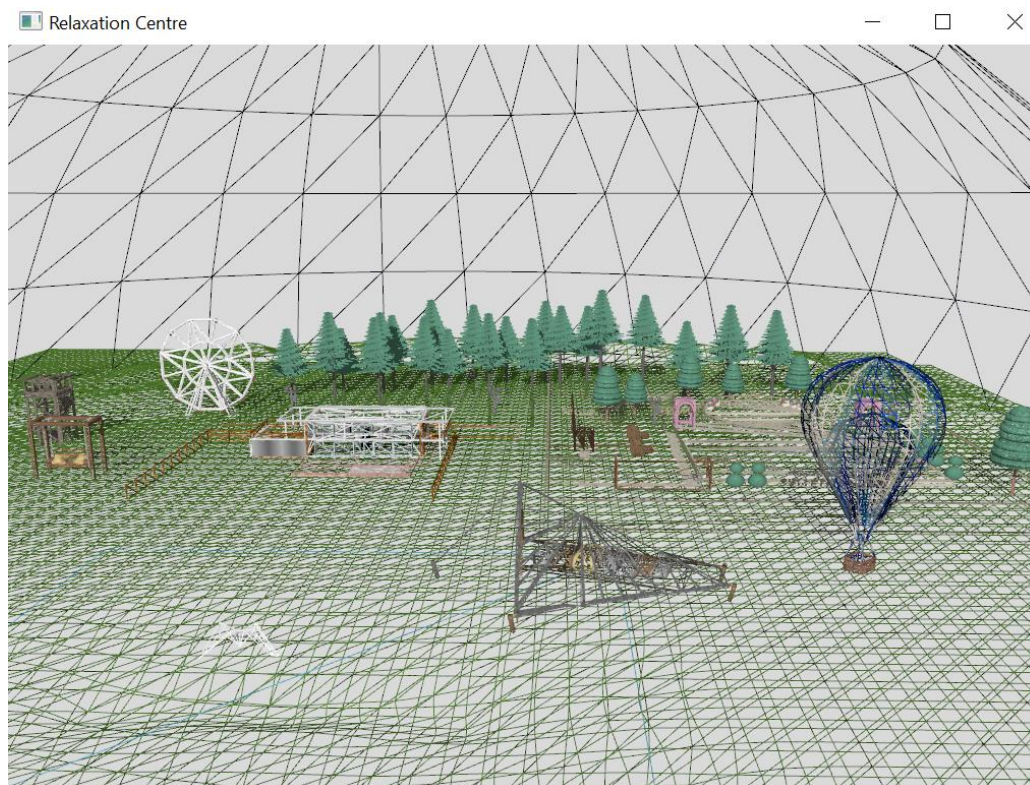
Pentru vizualizarea și din alte unghiuri:



Vizualizarea modului point:



Vizualizarea modului line:



5. Manual de utilizare

1. Pentru a rula proiectul se va deschide folderul proiectului, iar mai pe urmă folderul din proiect LAB7 ce conține librăriile necesare, sursele, modele, shaderele și executabilul. Se va deschide executabilul. (Configurarea a fost făcută pe modul Release).
2. În momentul deschiderii executabilului, după câteva secunde de așteptare se va deschide fereastra cu scena. În acest moment, animația de prezentare este pornită și controlul asupra tastelor este oprit. Posibilitatea de mișcare este data doar de mouse în acest moment, mișcare care face posibilă orientarea camerei.
3. Pentru a naviga în scenă și de a vizualiza restul funcționalităților se vor apăsa următoarele taste
 - Tasta A: mișcarea în partea dreaptă
 - Tasta S: mișcarea în partea din spate
 - Tasta W: mișcarea în partea din față
 - Tasta Q: rotire în jurul originii în partea stângă
 - Tasta E: rotire în jurul originii însă în sens invers față de Q
 - Tasta L: mișcarea luminii
 - Tasta J: mișcarea luminii în sens invers față de tasta L
 - Tasta M: vizualizare mod point
 - Tasta N: vizualizare în mod line
 - Tasta B: vizualizare în mod texturat (revenire la modul inițial)
 - Tasta C: vizualizarea scenei cu ceață
 - Tasta V: vizualizarea scenei fără ceață (revenire la modul inițial)
 - Tasta P: vizualizarea hărții de adâncime
 - Tasta O: revenire la normal
4. Animațiile pe cele 2 obiecte animate balonul cu aer cald și bărcuța origami se pot vedea tot cu ajutorul tastelor
 - Tasta up: balonul cu aer cald se va ridica
 - Tasta down: balonul cu aer cald va coborî
 - Tasta F: mișcarea bărcuței în spate
 - Tasta G: mișcarea bărcuței în față
5. Pentru vizualizare full screen se va apăsa iconița specifică, iar pentru a vizualiza mișcarea camerei se va folosi mouse-ul.
6. După terminarea vizualizării se închide executabilul.

6. Concluzii

Dezvoltând acest proiect cred că am reușit considerabil să îmi îmbunătățesc skill-urile de a lucra în Blender pentru că cred că e o muncă destul de migăloasă care necesită timp și răbdare.

Pe lângă asta, cunoștințele acumulate pe parcursul laboratoarelor te ajută să ai o viziune mai amplă în crearea unei scene într-un mod cât mai realist posibil.

7. Dezvoltări ulterioare

Pentru o notă mai realistă s-ar putea implementa detecția coliziunilor, astfel nu vom putea trece prin toate obiectele existente în scenă. De asemenea s-ar fi putut ca ceața să apară incremental, nu dintr-o dată la apăsarea unei taste. Un alt lucru posibil ar fi fost rotirea roții în jurul axei sale pe tot parcursul animației de prezentare. Pe lângă asta aș fi putut avea un mod pentru zi, pe lângă cel de noapte.

8. Referințe

<https://www.cgtrader.com/>

<https://free3d.com/>

<https://moodle.cs.utcluj.ro/course/view.php?id=304>

<https://clara.io/>