Despre codurile sursa de la laborator

Generalitati

- **Despre `LoadShaders.cpp`**

  - Permite afisarea erorilor de compilare.

  - Poate fi instalata o extensie a MVS care sa indice eventuale erori de sintaxa in shadere

  https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=DanielScherzer.GLSL

  - Este recomandat ca functia care o utilizeaza - de exemplu `createShaders ( );` sa fie apelata in functia de initializare.

- **Despre** `createVBO( )`

  - Apelata in functia de initializare. Daca nu functioneaza, `glBindBuffer( )` trebuie apelata inainte de functia de desenare.

  - Structura:

    - vectori cu varfuri, indici
    - Generare nume ptr. buffer-objects: `glGenBuffers( )`
    - Transfer date in buffer: `glBufferData( )`
    - “Legare buffer” (eventual apelata inainte de functia de desenare): `glBindBuffer( )`
    - Activarea lucrului cu atribute,indicarea locatiilor – vor fi utilizate in shader-ul de varfuri: `glEnableVertexAttribArray( );` `glVertexAttribPointer( )`

Laborator 2

- **`02_01_primitive.cpp` + `02_01_shader.frag`**

  - utilizarea unei singure culori pentru o primitiva in OpenGL “nou”
  - utilizarea variabilelor uniforme pentru “comunicarea” cu shader-ele
  - despre GLSL si shadere (detalii in specificatiile GLSL):
    variabile si tipuri de variable (inclusiv vectori si matrice)
    variabile: stocare (in / out /uniform)
    calcule (operatii cu matrice) si decizii (if, switch,etc.)
  - folosirea `GL_POINT_SMOOTH` pentru reprezentarea punctelor

- **`02_02_fata_spate_poligon.cpp`**

  - fata si spatele poligoanelor (triunghuiuri);
  - utilizarea `GL_CULL_FACE` pentru a “inlatura” fata/spatele poligonului

- **`02_03_poligoane3D.cpp`**

  - Patratele sunt desenate folosind `GL_TRIANGLE_FAN`, si `GL_QUADS`, varfurile au culori diferite
  - Nu sunt indicati parametri pentru vizualizare / decupare, fiind selectate valorile implicite
  - utilizarea functiei de "mouse" `glutMouseFunc`

Laborator 3

- **`03_01_animatie_OLD.cpp` ("OpenGL vechi")**

  - `gluOrtho2D` (indica dreptunghiul care este decupat) - DEPRECATED
  - `glTranslate, glRotate, glPushMatrix,` glPopMatrix (ptr. transformari; DEPRECATED)
  - `glutSwapBuffers` (v. `GLUT_DOUBLE); glutPostRedisplay; glutIdleFunc` (animatie)

- **`03_02_animatie.cpp` ("OpenGL nou")**

  - utilizeaza diverse transformari si compunerea acestora folosind biblioteca glm. Aceasta biblioteca este deja disponibila in template.
  - functii pentru utilizarea mouse-ului `glutMouseFunc ( );`

- **`03_03_resize.cpp`**

  - pentru a stabili o fereastra de "decupare" intr-o scena 2D putem folosi atat functia `glm::ortho`, cat si indicarea explicita a transformarilor
    - in exemplu este decupat dreptunghiul delimitat de xmin, xmax, ymin, ymax

- **`03_04_rotire.cpp`**

  - compunerea transformarilor, realizarea unei rotatii cu centrul diferit de origine
  - utilizarea GL_QUADS pentru desenarea unui dreptunghi

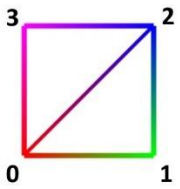
- **`03_05_transformari_keyboard.cpp`**

  Realizarea unei scene 2D in care obiectele se misca
  - unele primitive raman fixe, altele isi schimba pozitia
  - functii pentru tastatura: `processNormalKeys, processSpecialKeys`
  - pentru animatie: `glutIdleFunc`

Laborator 4

- **`04_02_indexare.cpp`**
  Indexarea varfurilor:
  - folosirea indexarii varfurilor: elemente asociate (matrice, buffer) sunt indicate in `CreateVBO()`;
  - in acest exemplu atat coordonatele varfurilor, cat si culorile sunt indicate in acelasi buffer, ca sub-buffere (tipul de buffer este `GL_ARRAY_BUFFER`) ;
  - indicii sunt indicati intr-un vector, varfului *m* ii corespunde indicele *m*, ordinea indicilor precizeaza ordinea in care sunt considerate varfurile pentru a realiza desenarea (tipul de buffer este `GL_ELEMENT_ARRAY_BUFFER`);
  - desenarea se face folosind functia `glDrawElements()` in cazul folosirii indexarii exista si alte functii, de exemplu `glDrawRangeElements()`;
  - in codul exemplu sunt patru varfuri, coordonatele si indexarea sunt indicate in figura:

```
//  Coordonatele varfurilor;
static const GLfloat Vertices[] =
{
    -15.0f, -15.0f,  0.0f,  1.0f,
     15.0f, -15.0f,  0.0f,  1.0f,
     15.0f,  15.0f,  0.0f,  1.0f,
    -15.0f,  15.0f,  0.0f,  1.0f
};
//  Culorile ca atribute ale varfuril
static const GLfloat Colors[] =
{
    1.0f, 0.0f, 0.0f, 1.0f,
    0.0f, 1.0f, 0.0f, 1.0f,
    0.0f, 0.0f, 1.0f, 1.0f,
    1.0f, 0.0f, 1.0f, 1.0f
};
//  Indicii care determina ordinea de
static const GLuint Indices[] =
{
    0, 1, 2, 3, 0, 2
};
```



- **`04_03a_douaVAO.cpp, 04_03b_douaVBO.cpp`**
  - Folosirea a doua VAO (Vertex Array Objects), respectiv a doua VBO (Vertex Buffer Objects) pentru a desena doua obiecte diferite. Primul VAO (respectiv VBO) contine informatii (coordonatele varfurilor, culori, indici) despre primul obiect, cel de-al doilea VAO (respectiv VBO) informatiile referitoare la cel de-al doilea obiect.
  - Inainte de desenarea propriu-zisa, trebuie „legat” in mod corespunzator VAO-ul, respectiv VBO-ul folosit. In cazul a doua VAO se foloseste `glBindVertexArray()`, iar in cazul a doua VBO se foloseste `glBindBuffer()`, in cazul coordonatelor/culorilor/etc (elemente care vor deveni *vertex attributes* in shader) este imediat apelata si `glVertexAttribPointer()`.

- **`04_04_texturare.cpp`**
  - Utilizarea texturilor.
  - Folosirea unor functii de amestecare in shader-ul de fragment.
  - Functii pentru reperul de vizualizare (`glm::lookAt`) si pentru proiectii (`glm::ortho`).

Texturare

- Folosirea unei biblioteci dedicate (de exemplu SOIL – Simple OpenGL Image Library) permite incarcarea rapida a unor texturi din fisiere avand formate standard, precum JPEG, PNG, etc.
    - Fisierul `SOIL.h` este utilizat ca fisier de tip header in proiect.
    - Template-ul pus la dispozitie are integrate aceasta biblioteca (fisierele lib aferente).
- In functia `CreateVBO()`, pentru fiecare varf sunt indicate coordonatele de texturare aferente (trebuie sa existe o coerenta intre coordonatele varfurilor si modul de alegere a coordonatelor de texturare). Aceste coordonate au asociata o locatie specifica, urmand sa devina *vertex attribute* (in shader-ul de varfuri). In codul sursa `04_04_texturare.cpp` coordonatele de texturare au locatia 2.
- Functia `LoadTexture()` contine elementele necesare generarii, legarii, incarcarii texturii, precum si precizarea proprietatilor acesteia (`glTexParameteri`). Nu trebuie uitata eliberarea memoriei si realocarea. Aceasta functie poate fi apelata la initializare.
- In functia de desenare/randare: textura trebuie activate/legata folosind functiile `glActiveTexture()` si `glBindTexture()`. Ulterior, trebuie transmisa shader-ului de fragment ca variabila de tip uniform (exemplu: `glUniform1i(glGetUniformLocation(ProgramId,"myTexture"),0)`).
- Comunicare cu shader-ele:
    - Shader-ul de varfuri: i se transmit, pe langa coordonatele varfurilor si culori, coordonatele de texturare (v. atributele); ca output sunt si pozitia si culoarea si coordonatele de texturare.
    - Shader-ul de fragmente: are ca date de intrare atat informatiile transmise de shader-ul de varfuri, cat si textura – folosind o variabila uniforma (`uniform sampler2D`). Se poate folosi functia `mix` pentru a “combina” culoarea sau diferite texturi.

Laborator 7

- `07_01_desenare_cub.cpp`

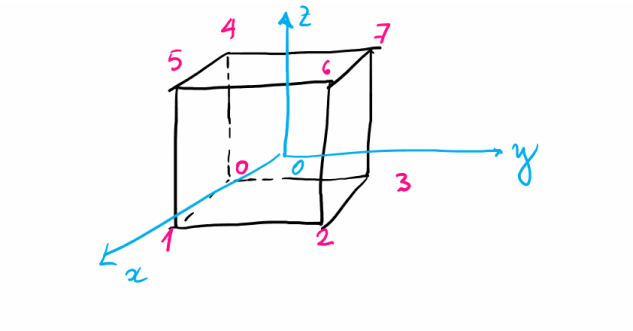
  - Diverse tipuri de proiectii.

  - Folosirea indexarii pentru a trasa separat fetele si muchiile unui obiect 3D (cub)

  - Rolul testului de adancime

  Comentarii

  - Coordonatele varfurilor si indicii. Varfurile 0, 1, 2, 3 sunt verzi, iar varfurile 4, 5, 6, 7 sunt rosii. Observatorul este la inceput in punctul (0, 0, 300) si se uita inspre punctul (0, 0, -100), deci vede fata rosie a cubului.



  - Testul de adancime este esential pentru a reprezenta corect un obiect 3D.

- `07_02a_instanced_rendering.cpp`

  - Sunt desenate mai multe instante ale aceluiasi obiect, fiecare dintre ele avand culorile proprii ale varfurilor si o pozitie proprie. **Culorile si pozitiile instantelor sunt calculate in programul principal.**

  - In `createVBO()` apar o serie de elemente specific randarii instantiate:

    - Coordonatele varfurilor sunt indicate separat de culorile/matricele de pozitie ale instantelor. Pentru fiecare instanta este precizata pozitia, pe o curba de forma (r(t)*cos(t), r(t)*sin(t)); in plus, fiecare instanta este rotita (in spatiu).

```
MatModel[instID] =
    glm::translate(glm::mat4(1.0f), glm::vec3(90 * instID * cos(instID),    //
                                              90 * instID * sin(instID),    //
                                              0.0))
    * glm::rotate(glm::mat4(1.0f), (instID + 1) * PI / 10, glm::vec3(1, 0, 0))
    * glm::rotate(glm::mat4(1.0f),        instID * PI / 6, glm::vec3(0, 1, 0))
    * glm::rotate(glm::mat4(1.0f),    3 * instID * PI / 2, glm::vec3(0, 0, 1));
```

- O functie specifica randarii instantiate este glVertexAttribDivisor(). Aceasta indica rata cu care are loc distribuirea atributelor per instanta (de testat cazul cand al doilea parametru este 0, 2, 5, INSTANCE_COUNT).
- In cazul atributului “pozitie a instantei” trebuie tinut cont ca este indicata o matrice 4x4, sunt alocate 4 atribute, corespunzator celor 4 coloane.

- **07_02b_instanced_rendering.cpp**

  - Sunt desenate mai multe instante ale aceluiasi obiect, fiecare dintre ele avand culorile proprii ale varfurilor si o pozitie proprie. **Culorile si pozitiile instantelor sunt calculate in shader-ul de varfuri.**

  - Pentru a accesa fiecare instanta individual este folosita variabila `gl_instanceID`

  - In shader nu poate fi accesata biblioteca GLM si trebuie scrise functii pentru generarea matricelor 4×4 pentru translatii / rotatii in jurul axelor de coordonate.

  - Instantele sunt distribuite pe aceeasi curba ca in codul **07_02a**

```
// Generarea matricei de translatie
matrTransl=translate
(90 * instID * cos(instID), 90 * instID *  sin(instID), 0.0);

// Matricea de rotatie este produsul a trei rotatii
matrRot = rotateX((instID + 1) * PI / 10)
        * rotateY(instID  * PI / 6)
        * rotateZ(3 * instID * PI / 2);

// Pozitia finala a varfului corespunzator instantei procesate
gl_Position = projectionMatrix * viewMatrix * matrTransl * matrRot * in_Position;
```

- **07_03_survolare_cub.cpp**

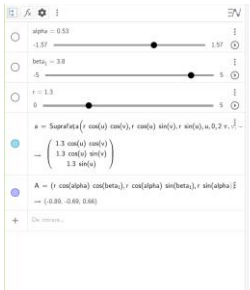
  - Survolarea unui obiect folosind coordonate sferice.

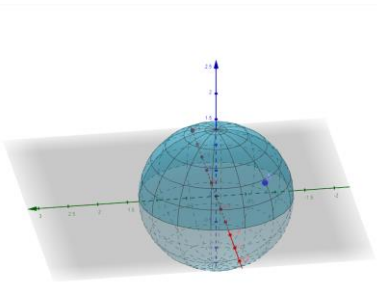
  Comentarii

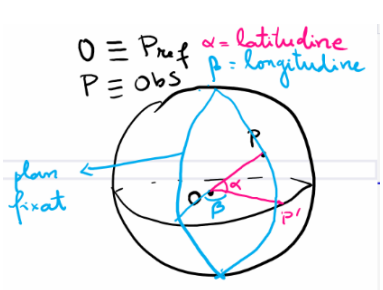
  - Observatorul se misca pe o sfera de raza `float dist` (variabila) in jurul punctului de referinta (centrul cubului).

  - Verticala din planul de vizualizare este (0, 0, 1).

  - Este implementata reprezentarea unui punct variabil pe sfera (si implicit a sferei) folosind unghiurile alpha si beta (latitudine, respectiv longitudine).







Laborator 8

- **`08_01_stive_matrice.cpp`**

  - Codul ilustreaza miscarea relativa a obiectelor 3D – este creat un mini-sistem solar folosind doua cuburi.

  - Transformarile de modelare si cea de vizualizare sunt inglobate intr-o singura matrice;

  - Folosirea stivelor de matrice;

  - Utilizarea timpului scurs de la initializare;

  - In **`08_01_Shader.frag`:** stabilirea culorii obiectului in functie de pozitia fragmentului

Pentru codurile urmatoare, detaliile matematice / teoretice se gasesc in fisierul L8_suprafete.pdf

- **`08_02a_cerc.cpp, 08_02b_cerc_cu_disc.cpp`**
  - Trasarea unui cerc si a unui disc folosind reprezentarea parametrica.
  - Folosirea functiei de callback `glutReshapeFunc` (relevanta pentru pastrarea proportiilor).

- **`08_03_sfera.cpp`**
  - Desenarea unei sfere si survolarea acesteia.

Laborator 9

- **`09_01_iluminare.cpp`**
  Aplicarea modelului de iluminare in cazul unui cub
  - Normalele sunt calculate la nivelul fetelor
  - Din programul principal sunt transferate in shader-ul de varfuri toate informatiile geometrice (coordonate, normale, pozitia observatorului, pozitia sursei de lumina)
  - Din shader-ul de varfuri in shaderul de fragment sunt transferate (dupa aplicarea transformarilor de vizualizare si proiectie!)

```
out vec3 FragPos; // pozitia fragmentului
out vec3 Normal; // normala
out vec3 inLightPos; // pozitia sursei de lumina
out vec3 inViewPos; // pozitia observatorului
```

  - Modelul de iluminare este implementat in shader-ul de fragment

- **`09_02_model_iluminare.cpp`**
  Aplicarea modelului de iluminare in cazul unui cub
  - In acest cod sursa toate varfurile au aceeasi culoare.
  - Sunt patru posibilitati, intrucat sunt testate variante pentru:
    (i) implementarea modelului de iluminare (a. in shader-ul de fragment, b. in shader-ul de varfuri). In acest scop sunt scrise shader-e diferite – **`09_02f*`**, respectiv **`09_02v*`**)
    (ii) modul de alegere a normalelor (a. la nivelul fetelor sau b. la nivelul varfurilor, prin mediere). Implementarea pentru alegerea normalelor este legata doar de programul principal.
  - Din programul principal sunt transferate in shader-ul de varfuri toate informatiile geometrice (coordonate, normale, pozitia observatorului, pozitia sursei de lumina).
  - Din shader-ul de varfuri in sunt transferate shaderul de fragment informatii diferite, in functie de shader-ul in care este implementat modelul de iluminare (de exemplu, daca modelul de iluminare este implementat in shader-ul de varfuri, in shader-ul de fragment este transferata culoarea varfului, aceasta poate fi apoi randata ca atare).
  - Folosirea meniurilor `glutMenu`.

- **`09_03_iluminare_sfera.cpp`**
  Aplicarea modelului de iluminare in cazul unei sfere.
  - Fiecare varf are asociata o culoare (eventual poate fi aceeasi). Coordonata z a fiecarui varf este "perturbata" (se adauga "zgomot"). Fiecare varf are asociata o normala.
  - Sunt doua posibilitati, intrucat sunt testate variante pentru:
    (i) implementarea modelului de iluminare (a. in shader-ul de fragment, b. in shader-ul de varfuri). In acest scop sunt scrise shader-e diferite – **`09_03f*`**, respectiv **`09_03v*`**)

- Din programul principal sunt transferate in shader-ul de varfuri toate informatiile geometrice (coordonate, normale, pozitia observatorului, pozitia sursei de lumina).
- Din shader-ul de varfuri in sunt transferate shaderul de fragment informatii diferite, in functie de shader-ul in care este implementat modelul de iluminare (de exemplu, daca modelul de iluminare este implementat in shader-ul de varfuri, in shader-ul de fragment este transferata culoarea varfului, aceasta poate fi apoi randata ca atare).
- In shader-ul de varfuri **`09_03v*`** exista posibilitatea de a selecta sa fie randata doar culoarea varfurilor, fara aplicarea iluminarii.
- Folosirea meniurilor `glutMenu`.

Laborator 10

- **`10_01_modele3D.cpp`**
  Folosirea unui model extern.
  - Modelul este in format OBJ, fiind preluat din fisierul .obj in codul sursa **`objloader.cpp`**
  - Sunt preluate informatii geometrice referitoare la varfuri (coordonate, coordonate de texturare), care sunt apoi utilizate in functia in care sunt create VAO/VBO.
  - Culoarea poate fi determinata in functie de ID-ul fiecarui varf sau in mod uniform, independent de varfuri.
  - Modelul de iluminare este implementat in shader-ul de fragment.

- **`10_02_umbra.cpp`**
  Iluminare: generarea umbrelor folosind transformari (*projective shadows*).
  - Pentru a genera umbra unei surse este utilizata o matrice 4x4 (umbra unui obiect = transformarea acelui obiect printr-o proiectie, cf. curs)
  - In shader-ul de varfuri este inclusa si matricea umbrei.
  - In shader-ul de fragment umbra este colorata separat.
  - Sursa de lumina este punctuala (varianta de sursa directionala este comentata).

Laborator 11

- **`11_01_amestecare_2D.cpp`**
  Amestecare in context 2D
  - Folosirea celei de-a 4-a componente din codul RGBA.
  - Utilizarea functiilor specifice pentru amestecare
  (`glEnable(GL_BLEND); glBlendFunc(GL_SRC_ALPHA, GL_SRC_ALPHA);`)

- **`11_02_amestecare_3D.cpp`**
  Amestecare in context 3D
  - Folosirea celei de-a 4-a componente din codul RGBA.
  - Utilizarea functiilor specifice pentru amestecare
  (`glEnable(GL_BLEND); glBlendFunc(GL_SRC_ALPHA, GL_SRC_ALPHA);`)
  - Combinarea (i) ordinii de desenare a obiectelor, (ii) testului de adancime, (iii) efectelor de amestecare.