Ονοματεπώνυμο	Νικόλαος Γέροντας
Αριθμός Μητρώου	1092813

Lab03 Tasks Video: https://youtu.be/A0EDlQg6ESQ

Περιεχόμενα

Lab 03

HW0

Sum up what we did today in the lab!

Απάντηση:

Αρχικά, εξηγήσαμε τον τρόπο με τον οποίο αποθηκεύονται τα μοντέλα σε μορφή OBJ. Πιο συγκεκριμένα, αποθηκεύονται τα vertices, τα texture coordinates / UVs, τα normal vectors, καθώς και τα faces, δηλαδή οι συνδυασμοί αυτών των στοιχείων που σχηματίζουν τις επιφάνειες του μοντέλου.

Στη συνέχεια, συγκρίναμε τους τύπους προβολής:

Function Signature	**perspective**	**ortho**
Return Type	glm::highp_mat4	glm::highp_mat4
Parameter List	float fovy	float left, float right
	float aspect	float bottom, float top
	float near	float zNear
	float far	float zFar
Description	Creates a matrix for a symmetric perspective-view frustum based on the default handedness. $\begin{pmatrix} \frac{2n}{r-l} & 0 & \frac{r+l}{r-l} & 0 \\ 0 & \frac{2n}{t-b} & \frac{t+b}{t-b} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{-(f+n)}{f-n} & \frac{-2fn}{f-n} \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$ OpenGL Perspective Projection Matrix	Creates a matrix for an orthographic parallel viewing volume. $\begin{pmatrix} \frac{2}{r-l} & 0 & 0 & -\frac{r+l}{r-l} \\ 0 & \frac{2}{t-b} & 0 & -\frac{t+b}{t-b} \\ 0 & 0 & \frac{-2}{f-n} & -\frac{f+n}{f-n} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ OpenGL Orthographic Projection Matrix

https://www.songho.ca/opengl/gl_projectionmatrix.html

Αναλυτικότερα, στην προοπτική προβολή (perspective), η Suzanne «λειτουργούσε» ρεαλιστικά: όταν πήγαινα μακριά της (στον άξονα Z) φαινόταν μικρότερη, και όταν ερχόμουν κοντά της φαινόταν μεγαλύτερη.

Αντίθετα, στην ορθογραφική προβολή (ortho), συνέβησαν δύο πράγματα. Πρώτον, το μέγεθος της Suzanne έμενε ακριβώς το ίδιο, είτε ήταν κοντά είτε μακριά. Δεύτερον, το «zoom» (που άλλαζε το FoV) σταμάτησε να δουλεύει. Αυτό συμβαίνει επειδή η ortho αγνοεί το FoV και απλώς κοιτάζει μέσα σε ένα «κουτί» με σταθερές διαστάσεις.

Φυσικά, υλοποιήσαμε την κίνηση της κάμερας με τα πλήκτρα **WASD**. Συγκεκριμένα, οι γωνίες horizontalAngle και verticalAngle ενημερώνονται δυναμικά με βάση την μετατόπιση του κέρσορα, και από αυτές υπολογίζεται το διάνυσμα direction (vec3) σε σφαιρικές συντεταγμένες. Τέλος, η μεταβλητή position μεταβάλλεται ανάλογα με το διάνυσμα αυτό, ενώ μέσω της viewMatrix που υπολογίζεται με την συνάρτηση lookAt, ελέγχουμε τον προσανατολισμό και την θέση της κάμερας στον χώρο.

- **GL_BLEND**

Ενεργοποιώντας το GL_BLEND, η αλλαγή της παραμέτρου Alpha (στο RGBA) μέσα στο fragment shader κάνει τα αντικείμενα να φαίνονται ημιδιαφανή. Με τιμή Alpha=1 το αντικείμενο είναι πλήρως αδιαφανές, ενώ με Alpha=0 είναι εντελώς αόρατο.

- **GL_CULL_FACE**

Ενεργοποιώντας το GL_CULL_FACE, παρατηρήθηκε ότι κατά την είσοδο στο εσωτερικό του μοντέλου της Suzanne, το εσωτερικό του δεν γινόταν πλέον render (τεχνική βελτίωσης performance).

Επιπρόσθετα, ασχοληθήκαμε με texture mapping σε μοντέλα (Suzanne). Αρχικά, αντιστοιχίσαμε τις κορυφές του αντικειμένου με UV coordinates (μέσω textureSampler). Επιπλέον, υλοποιήσαμε εφέ όπως moving texture (για την αναπαράσταση νερού) μεταβάλλοντας τις UV συντεταγμένες ως προς τον χρόνο, καθώς και παραμορφώσεις (displacement & distortion) για πιο ρεαλιστική απεικόνιση επιφανειών!

HW1

Use arrow keys to zoom in/out with camera (FoV).

Απάντηση:

Η συνάρτηση perspective δέχεται ως πρώτο όρισμα την παράμετρο fovy, η οποία καθορίζει το field of view κατά την κατεύθυνση του άξονα y. Με τη μεταβολή αυτής της τιμής (πατώντας τα πλήκτρα ↑ / ↓), μπορούμε να επιτύχουμε το εφέ του zoom:

Μείωση του FoV ➢ δημιουργεί zoom in (η Suzanne φαίνεται πιο κοντά)
Αύξηση του FoV ➢ δημιουργεί zoom out (η Suzanne φαίνεται πιο μακριά)

Η αλλαγή αυτή εφαρμόζεται κατά τον ορισμό του projection matrix στο αρχείο camera.cpp!

HW2

Use Q and E to tilt left & right.

Απάντηση:

Για την υλοποίηση του peeking της κάμερας, προστέθηκαν στην κλάση Camera τα γνωρίσματα tiltAngle και tiltSpeed. Τα πλήκτρα Q και E μεταβάλλουν κατάλληλα την τιμή της γωνίας tiltAngle, η οποία στην συνέχεια χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει έναν πίνακα περιστροφής (γίνονται κατάλληλες μετατροπές για να ληφθούν σωστά υπόψιν οι Homogeneous coordinates) με άξονα περιστροφής το διάνυσμα direction της κάμερας. Αυτός ο πίνακας πολλαπλασιάζεται με τα διανύσματα up και right. Στη συνέχεια, η συνάρτηση lookAt χρησιμοποιεί αυτό το νέο, περιστραμμένο up διάνυσμα για να κατασκευάσει το τελικό viewMatrix. Τέλος, εφαρμόζονται περιορισμοί (clamp) για τις γωνίες κλίσης και ομαλή μετάβαση/επιστροφή (για πιο φυσικό αποτέλεσμα):

```
else
{   // Επιστροφή στην αρχική θέση
    tiltAngle -= deltaTime * tiltSpeed * tiltAngle;
    if (abs(tiltAngle) < 0.002f) tiltAngle = 0.0f;
}

tiltAngle = clamp(tiltAngle, -3.14f / 6.0f, 3.14f / 6.0f); // Μην στραβολεμιάσει κιόλας...
```

HW3

Use space and Ctrl for character moving up & down!

Απάντηση:

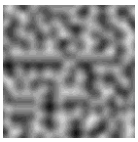
Κατά την διάρκεια του εργαστηρίου, υπολογίστηκαν τα διανύσματα **direction (direction vector for the camera)** και **right (right vector of the camera's coordinate system)**. Υπολογίζοντας το εξωτερικό τους γινόμενο $(\text{right} \times \text{direction})$, προκύπτει το διάνυσμα **up (up vector for the camera's coordinate system)**, το οποίο χρησιμοποιείται στον κώδικα ως εξής:

```
// Move camera up/down using SPACE and CONTROL keys
if (glfwGetKey(window, GLFW_KEY_SPACE) == GLFW_PRESS)
    position += speed * deltaTime * up;
if (glfwGetKey(window, GLFW_KEY_LEFT_CONTROL) == GLFW_PRESS ||
    glfwGetKey(window, GLFW_KEY_RIGHT_CONTROL) == GLFW_PRESS)
    position -= speed * deltaTime * up;
```

HW4

Use a blending or/and distortion technique you found online! Compare!

Απάντηση:



Υλοποιήθηκε τεχνική distortion με την αντικατάσταση του αρχικού texture gray.bmp που χρησιμοποιούνταν ως displacement map, με νέο texture Perlin Noise (my_perlin_noise.bmp).

Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται εξ ολοκλήρου στον fragment shader. Εκεί, γίνεται δειγματοληψία του Perlin noise texture (κινείται δυναμικά βάσει χρόνου) και η τιμή της φωτεινότητάς (length) του χρησιμοποιείται για να μετατοπίσει τις συντεταγμένες UV!

Στην πράξη, το τελικό οπτικό αποτέλεσμα μεταξύ των δύο textures δεν παρουσίασε κάποια τεράστια διαφορά.