

Όνοματεπώνυμο	Νικόλαος Γέροντας
Αριθμός Μητρώου	1092813

Περιεχόμενα

Lab 02	1
Task 1	1
Task 2	2
Task 3	2
Task 4	3
Task 5	3
Task 7	3

Lab 02

Σημείωση: Οι αλλαγές μου στον κώδικα φέρουνε **σχόλιο της μορφής** `/* - <> - TASK x - <> - */`

Task 1

Rotate the cube periodically around a random axis passing through the origin:

This means that the cube rotates continuously over time around an arbitrary axis. This axis can be any vector in 3D space, chosen at random, and the cube spins around it in a periodic manner. Do not use GLM's pre-built function but construct manually the rotation matrix based on the chosen axis and the angle of rotation.

Απάντηση:

Χρησιμοποιώντας τον τύπο περιστροφής του Rodrigues με το μοναδιαίο διάνυσμα $\hat{\omega} = \left[\frac{1}{\sqrt{2}} \quad \frac{1}{\sqrt{2}} \quad 0 \right]$, έχουμε:

$$R_{\hat{\omega}}(\theta) = \begin{bmatrix} \frac{1}{2} \cos \theta + \frac{1}{2} & \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cos \theta & \frac{1}{\sqrt{2}} \sin \theta \\ \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cos \theta & \frac{1}{2} \cos \theta + \frac{1}{2} & -\frac{1}{\sqrt{2}} \sin \theta \\ -\frac{1}{\sqrt{2}} \sin \theta & \frac{1}{\sqrt{2}} \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$$

Φυσικά, μετατρέπουμε σε ομογενείς συντεταγμένες:

$$R_H(\theta) = \begin{bmatrix} \frac{1}{2} \cos \theta + \frac{1}{2} & \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cos \theta & \frac{1}{\sqrt{2}} \sin \theta & 0 \\ \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cos \theta & \frac{1}{2} \cos \theta + \frac{1}{2} & -\frac{1}{\sqrt{2}} \sin \theta & 0 \\ -\frac{1}{\sqrt{2}} \sin \theta & \frac{1}{\sqrt{2}} \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Τέλος, κατά την υλοποίηση του πίνακα σε κώδικα, τον **αναστρέφουμε (χειροκίνητα)** για να εξασφαλίσουμε συμβατότητα με τη διάταξη Column-Major Order.

Task 2

Rotate the cube periodically around a random axis that doesn't pass through the origin.

Απάντηση:

Για το παρόν ερώτημα, ακολουθήθηκε η εξής αλληλουχία μετασχηματισμών:

Μεταφορά στην Αρχή	Μετακίνηση του επιλεγμένου σημείου $P = [2 \ 0 \ 0]$ του άξονα ώστε να συμπίσει με την αρχή των αξόνων.	T
Περιστροφή	Εφαρμογή περιοδικής περιστροφής γύρω από τον τυχαίο άξονα που αναπαριστάτε από το διάνυσμα $[-0.5 \ 1 \ 0]$.	R
Αντίστροφη Μεταφορά	Επαναφορά του σημείου P στην αρχική του θέση.	T_{reverse}

Δηλαδή, κατά την υλοποίηση σε κώδικα:

$$\text{ModelCube} = T_{\text{reverse}} \times R \times T$$

Δεν εμφανίζεται αυτούσια στον κώδικα, καθώς κατά τον υπολογισμό του ModelCube λαμβάνονται υπόψιν και οι μετασχηματισμοί του Task 1.

Τα παραπάνω έχουν ως αποτέλεσμα, ο κύβος να περιστρέφεται γύρω από τον άξονα του διανύσματος $[-0.5 \ 1 \ 0]$ στο σημείο $[2 \ 0 \ 0]$.

Task 3

Apply anisotropic scaling to the cube that is not aligned with the axes.

Απάντηση:

Αρχικά, φροντίζουμε ο κύβος να μην είναι ευθυγραμμισμένος με τους άξονες του κόσμου, εφαρμόζοντας πίνακα περιστροφής στο ModelCube (η υλοποίηση αυτή επιτρέπει ο κώδικας των επιμέρους tasks να λειτουργεί ανεξάρτητα).

Έτσι, για να πραγματοποιηθεί σωστά το anisotropic scaling, θα πρέπει πρώτα να περιστρέψουμε τον κύβο κατάλληλα, ώστε να ευθυγραμμιστεί με τους άξονες του κόσμου και μετά να εφαρμόσουμε αλλαγή κλίμακας. Δηλαδή, κατά την υλοποίηση σε κώδικα:

$$\text{ModelCube} = R \times S \times R_{\text{reverse}}$$

Task 4

Rotate the cube around the y-axis by a random angle, then periodically rotate around the x-axis:

Here, the cube is first rotated by a random angle about the y-axis, which means the cube is reoriented in relation to the world's vertical axis. After this initial rotation, the cube rotates periodically about the x-axis, which is the world's horizontal axis.

Rotations are applied with respect to the fixed global axes.

Απάντηση:

Δημιουργούμε 2 πίνακες περιστροφής, έναν ως προς τον άξονα y του κόσμου κατά γωνία $\frac{\pi}{3}$ και έναν περιοδικό βάση της γωνίας θ κατά τον άξονα x του κόσμου. Δηλαδή, κατά την υλοποίηση σε κώδικα:

$$\text{ModelCube} = R_x \times R_y$$

Task 5

Rotate the cube around the y-axis by a random angle, then periodically around its local x-axis after the rotation:

In this case, the cube is first rotated around the y-axis by a random angle, just like before.

However, after this, it rotates periodically around its own local x-axis, which has now been transformed as a result of the initial rotation.

Rotations are applied with respect to the cube's own local axes, which move along with it.

Απάντηση:

Ακολουθούμε την ίδια λογική με το Task 4, με τη διαφορά ότι η περιστροφή γύρω από τον τοπικό άξονα x εφαρμόζεται 1^η, επομένως ο πίνακας της περιοδικής περιστροφής τοποθετείται 1^{ος} στον μαθηματικό πολλαπλασιασμό. Δηλαδή, κατά την υλοποίηση σε κώδικα:

$$\text{ModelCube} = R_y \times R_x$$

Task 7

Periodically rotate the camera around the cube. (optional)

Απάντηση:

Ορίζουμε μια περιοδική συνάρτηση κίνησης της κάμερας (vec3), με τη θέση της να δίνεται από:

$$\text{camPos} = [10 \sin \theta \quad 5 \quad 10 \cos \theta]$$

Χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση **lookAt(camPos, camTarget, camUp)**, η κάμερα προσανατολίζεται προς τον κύβο, με αποτέλεσμα να πραγματοποιεί κυκλική περιστροφή γύρω από αυτόν.

Στοιχεία εκτέλεσης:

GL Context Parameters:

Renderer: Intel(R) Iris(R) Xe Graphics

OpenGL version supported: 3.3.0 - Build 32.0.101.5542

GL_MAX_COMBINED_TEXTURE_IMAGE_UNITS 192

GL_MAX_CUBE_MAP_TEXTURE_SIZE 16384

GL_MAX_DRAW_BUFFERS 8

GL_MAX_FRAGMENT_UNIFORM_COMPONENTS 4096

GL_MAX_TEXTURE_IMAGE_UNITS 32

GL_MAX_TEXTURE_SIZE 16384

GL_MAX_VARYING_FLOATS 64

GL_MAX_VERTEX_ATTRIBS 16

GL_MAX_VERTEX_TEXTURE_IMAGE_UNITS 32

GL_MAX_VERTEX_UNIFORM_COMPONENTS 4096

GL_MAX_VIEWPORT_DIMS 16384 16384

Compiling shader: transformation.vertexshader

Compiling shader: simple.fragmentshader

Linking shaders...

Shader program complete.

Εκτέλεση κάθε Task (βίντεο):

<https://youtu.be/g1kpwJ50C5g>