

ΓΡΑΦΙΚΗ ΜΕ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ 2022-2023

Εργασία #2: Μετασχηματισμοί και Προβολές

Καμπούρης – Μίχος Διόνυσος

7691

Συναρτήσεις που χρειάστηκαν για την υλοποίηση του προγράμματος:

- Συνάρτηση υπολογισμού πίνακα περιστροφής
 $R = \text{rotmat}(\theta, u)$
- Συνάρτηση περιστροφής και μετατόπισης 3D σημείου
 $cq = \text{RotateTranslate}(cp, \theta, u, A, t)$
- Συνάρτηση αλλαγής συντεταγμένων
 $dp = \text{ChangeCoordianteSystem}(cp, R, c0)$
- Συνάρτηση προβολής σε pinhole camera
 $[p2d, \text{depth}] = \text{PinHole}(f, cv, cx, cy, cz, p3d)$
- Συνάρτηση προβολής σε pinhole camera – Φωτογραφικός προσανατολισμός κάμερας
 $[p2d, \text{depth}] = \text{CameraLookingAt}(f, cv, cK, cup, p3d)$
- Συνάρτηση απεικόνισης
 $n2d = \text{rasterize}(p2d, \text{Rows}, \text{Columns}, H, W)$
- Συνάρτηση φωτογράφισης
 $I = \text{RenderObject}(p3d, \text{faces}, \text{vcolors}, H, W, \text{Rows}, \text{Columns}, f, cv, cK, cup)$

ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ

Η συνάρτηση *rotmat* δέχεται ως ορίσματα μία γωνία και ένα μοναδιαίο διάνυσμα και υπολογίζει τον πίνακα περιστροφής σύμφωνα με τον τύπο του Rodrigues.

$$\mathbf{R} \triangleq (1 - \cos a) \begin{bmatrix} u_x^2 & u_x u_y & u_x u_z \\ u_y u_x & u_y^2 & u_y u_z \\ u_z u_x & u_z u_y & u_z^2 \end{bmatrix} + \cos a \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} + \sin a \begin{bmatrix} 0 & -u_z & u_y \\ u_z & 0 & -u_x \\ -u_y & u_x & 0 \end{bmatrix}$$
$$= \begin{bmatrix} (1 - \cos a)u_x^2 + (\cos a) & (1 - \cos a)u_x u_y - (\sin a)u_z & (1 - \cos a)u_x u_z + (\sin a)u_y \\ (1 - \cos a)u_y u_x + (\sin a)u_z & (1 - \cos a)u_y^2 + (\cos a) & (1 - \cos a)u_y u_z - (\sin a)u_x \\ (1 - \cos a)u_z u_x - (\sin a)u_y & (1 - \cos a)u_z u_y + (\sin a)u_x & (1 - \cos a)u_z^2 + (\cos a) \end{bmatrix}$$

Όπου a είναι η γωνία και u_x, u_y, u_z , οι συντεταγμένες του μοναδιαίου διανύσματος.

ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ 3Δ ΣΗΜΕΙΟΥ

Η συνάρτηση *RotateTranslate* δέχεται ως ορίσματα τις συντεταγμένες ενός σημείου ή μιας λίστας σημείων, μία γωνία και ένα μοναδιαίο διάνυσμα όπως και η προηγούμενη καθώς και τις συντεταγμένες ενός ακόμα διανύσματος \mathbf{t} . Μέσα στην *RotateTranslate* αρχικά γίνεται κλήση της *rotmat* υπολογίζεται ο πίνακας περιστροφής και εφαρμόζεται στις συντεταγμένες του σημείου. Τέλος γίνεται μετατόπιση του σημείου που έχει υποστεί περιστροφή κατά διάνυσμα \mathbf{t} . Μέσα στην συνάρτηση γίνεται έλεγχος για τις διαστάσεις του της λίστας με τα σημεία προκειμένου να εξακριβωθεί αν πρόκειται για ένα ή περισσότερα σημεία.

ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ

Στην συνάρτηση *ChangeCoordinateSystem* γνωρίζουμε τις συντεταγμένες \mathbf{cp} ενός σημείου ως προς το αρχικό σύστημα συντεταγμένων, τις συντεταγμένες $\mathbf{c0}$ του διανύσματος μετατόπισης του συστήματος συντεταγμένων επίσης ως προς το αρχικό σύστημα και τον πίνακα περιστροφής \mathbf{R} . Συνεπώς μετατρέπουμε τις συντεταγμένες \mathbf{cp} ως προς το μετατοπισμένο σύστημα και έπειτα εφαρμόζουμε την περιστροφή.

ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΠΡΟΒΟΛΗΣ ΣΕ PINHOLE CAMERA

Η συνάρτηση δέχεται ως ορίσματα μία λίστα από σημεία στον τρισδιάστατο χώρο ως προς το WCS, τις συντεταγμένες των μοναδιαίων διανυσμάτων της κάμερας ($\mathbf{cx}, \mathbf{cy}, \mathbf{cz}$), την απόσταση του πετάσματος της κάμερας από το κέντρο καθώς και τις συντεταγμένες του σημείου που βρίσκεται η κάμερα ως προς το WCS. Αρχικά μέσα στην *PinHole*

δημιουργείται ο πίνακας R με βάση τα μοναδιαία διανύσματα της κάμερας και καλείται η συνάρτηση *ChangeCoordinateSystem* ώστε να γίνει μεταφορά της λίστας με τα σημεία στο νέο σύστημα. Στη συνέχεια δημιουργείται ένας πίνακας με τα βάθη των σημείων δηλαδή τις ως προς τον άξονα Z συντεταγμένες τους και τέλος υπολογίζονται η προβολές των σημείων του τρισδιάστατου χώρου στο πέτασμα της κάμερας.

ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΠΡΟΒΟΛΗΣ ΣΕ PINHOLE CAMERA – ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΚΑΜΕΡΑΣ

Στη συνάρτηση *CameraLookingAt* γίνεται υπολογισμός των συντεταγμένων (cx cy cz) έχοντας γνωστά τις συντεταγμένες του σημείου ως προς το οποίο είναι προσανατολισμένη η κάμερα και του μοναδιαίου **upVector** και έπειτα καλείται η συνάρτηση *pinhole*.

ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ

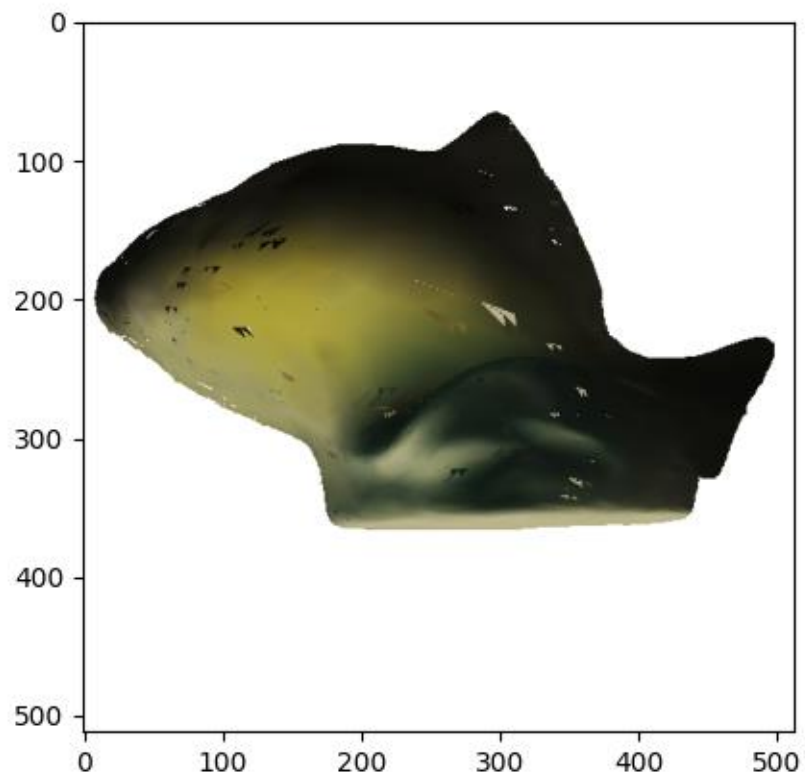
Στη συνάρτηση *rasterize* γίνεται απεικόνιση των σημείων από το πέτασμα της κάμερας σε εικόνα, διαφορετικών διαστάσεων, η οποία είναι το αποτέλεσμα της φωτογράφισης. Για να το πετύχουμε αυτό γίνεται αρχικά τροποποίηση των συντεταγμένων του πετάσματος της κάμερας ώστε το κάτω αριστερά κελί να βρεθεί στην ίδια θέση με το κάτω αριστερό κελί του πίνακα που αποθηκεύεται το τελικό αποτέλεσμα. Τέλος γίνεται το scale και η στρογγυλοποίηση των συντεταγμένων των σημείων του πετάσματος ώστε να παραχθεί το αποτέλεσμα.

ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΦΩΤΟΡΑΦΙΣΗΣ

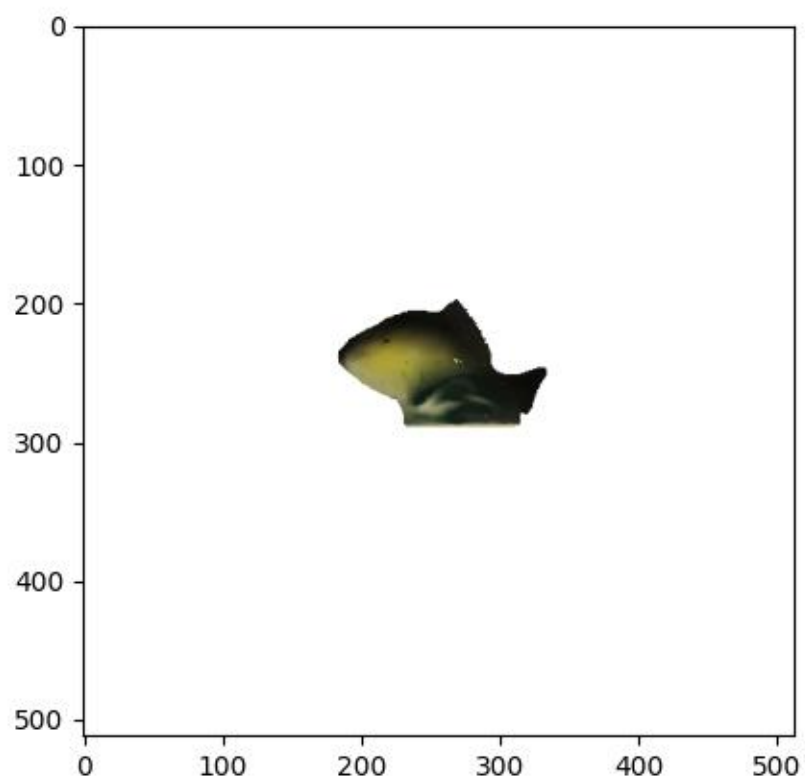
Τέλος στη συνάρτηση *RenderObject* καλούνται απλά με τη σειρά οι συναρτήσεις *CameraLookingAt*, *rasterize*, *render*, και παράγεται το επιθυμητό αποτέλεσμα.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

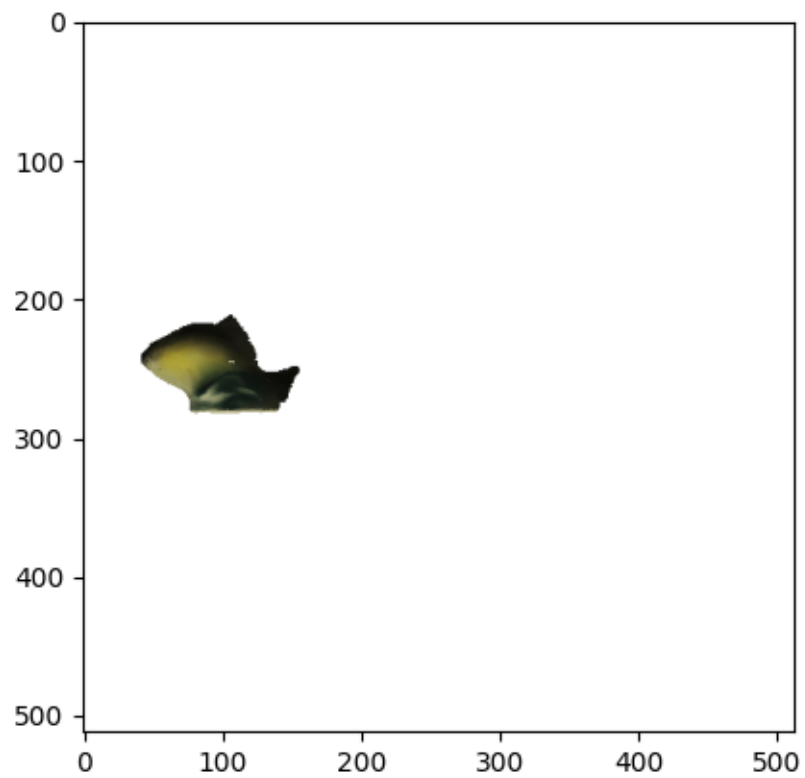
Στην εργασία μας ζητείται να παράγουμε μία αρχική εικόνα και έπειτα να την μετατοπίσουμε κατά διάνυσμα $t1=[0,0,-1500]$ στη συνέχεια να την περιστρέψουμε κατά γωνία $\theta=0.087\text{rad}$ ως προς τον άξονα y και τέλος μετατόπιση κατά διάνυσμα $t2=[0,500,-10000]$. Τα αποτελέσματα φαίνονται με τη σειρά στις παρακάτω εικόνες.



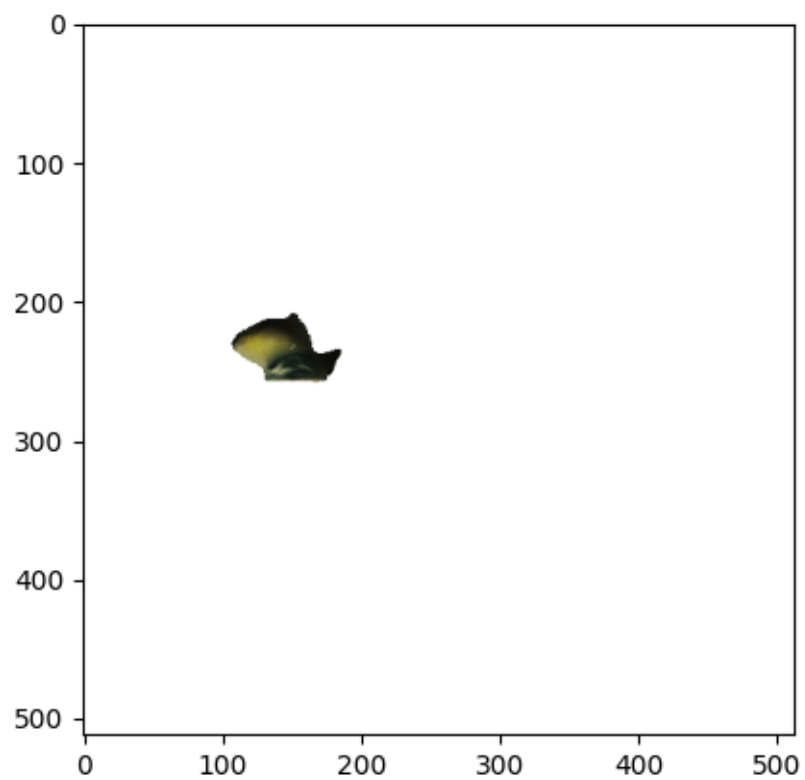
1. Αρχική εικόνα



2. Μετατόπιση κατά διάνυσμα $t1=[0,0,-1500]$



3. Στροφή κατά $\theta = -0.087$ ως προς το $u = [0, 1, 0]$



4. Μετατόπιση κατά διάνυσμα $t_2 = [0, 500, -10000]$

