

Γραφική με Υπολογιστές

Εργασία #3: Θέαση

ΟΝ/ΕΠ : Νικόλαος Ιστατιάδης

AEM : 9175

Email: nikoista@ece.auth.gr

Ζητούμενα

Ένα script με ονόμα demo.m. Το script θα πρέπει να καλείται χωρίς εξωτερικά ορίσματα, να διαβάζει το αντικείμενο από το αρχείο hw3.mat που δίνεται, και να παράγει ενδεικτικές φωτογραφίες του αντικειμένου. Συγκεκριμένα, για κάθε επιλογή shader (Gouraud ή Phong) να παράγει και να αποθηκεύει 4 φωτογραφίες:

- 3 με χρήση μόνο ενός είδους φωτισμού (ambient, diffusion, specular) και μία τέταρτη με συνδυασμό όλων των προηγούμενων. Συνολικά, θα πρέπει να παραχθούν 8 φωτογραφίες, 4 για κάθε shader. Τέλος, θεωρείστε πως οι συντεταγμένες του αντικειμένου (verts) δίνονται ως προς το WCS.

Για την εκτύπωση των ενδεικτικών αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω δεδομένα.

A) hw3.mat

A. Φωτισμός και Υλικό επιφάνειας

A1. Υλικό επιφάνειας

Η κλάση PhongMaterial η οποία αντιπροσωπεύει τις συνιστώσες ενός υλικού μιας 3D επιφάνειας για να αποτυπωθεί μέσω του μοντέλου φωτισμού Phong. Η κλάση θα περιέχει τον συντελεστή διάχυτου φωτός από το περιβάλλον (ka: float), διάχυτης ανάκλασης (kd: float) και κατοπτρικής ανάκλασης (ks: float), καθώς και την ακέραια σταθερά Phong (nphong: int) που καθορίζει το βαθμό διασποράς των ανακλώμενων ακτινών από την επιφάνεια.

classdef PhongMaterial

methods

1) function OBJ = PhongMaterial(length)

2) function OBJ = phong_Material_Set(OBJ,KA,KD,KS,Nphong)

A2. Σημειακή πηγή φωτός

Να δημιουργηθεί η κλάση `PointLight`, η οποία υλοποιεί μία σημειακή πηγή φωτός και περιέχει: τη θέση του φωτός στον τρισδιάστατο χώρο (pos: διάνυσμα 1×3) καθώς και την ένταση που ακτινοβολεί για κάθε χρωματική συνιστώσα (intensity: διάνυσμα 1×3 , με κάθε συνιστώσα να ανήκει στο διάστημα $[0, 1]$).

classdef PointLight

methods

1) function OBJ = PointLight(length)

2) function OBJ = point_Light_Set(OBJ,Posision,Intensity)

A3. Διάχυτο φως από το περιβάλλον

I = ambient_light(mat, color, Ia)

- mat είναι αντικείμενο κλάσης `PhongMaterial` με τους συντελεστές ενός υλικού τύπου Phong.
- color = [cr, cg, cb]^T είναι το 3×1 διάνυσμα με τις συνιστώσες του χρώματος του σημείου P. Κάθε συνιστώσα ανήκει στο διάστημα $[0, 1]$.
- Ia = [Ir, Ig, Ib]^T είναι το 3×1 διάνυσμα με τις συνιστώσες της έντασης της διάχυτης ακτινοβολίας του περιβάλλοντος. Κάθε συνιστώσα ανήκει στο διάστημα $[0, 1]$.

Η οποία υπολογίζει το φωτισμό ενός σημείου P, το οποίο ανήκει σε μία επιφάνεια με υλικό `PhongMaterial` λόγω του διάχυτου φωτισμού από το περιβάλλον. Εφαρμόζω δηλαδή τον τύπο 8.2 των σημειώσεων σελίδα 95 σύμφωνα με τον οποίο πολλαπλασιάζω τον συντελεστή ανάκλασης για κάθε χρωματική συνιστώσα με την αντίστοιχη ένταση και προκύπτει το $3 \times K$. Η συνάρτηση υπολογίζει την ένταση της τριχρωματικής ακτινοβολίας $I = [I_r, I_g, I_b]^T$, που ανακλάται από το σημείο P. Η ένταση συνεισφέρει αθροιστικά στο χρώμα του σημείου.

A4. Διάχυτη ανάκλαση

$I = \text{diffuse_light}(P, N, \text{color}, \text{mat}, \text{lights})$

- P είναι ένα διάνυσμα-στήλη 3×1 με τις συντεταγμένες του σημείου P .
- N είναι ένα διάνυσμα-στήλη 3×1 με τις συντεταγμένες του κανονικού διανύσματος της επιφανείας στο σημείο P (δηλαδή του κάθετου διανύσματος προς την επιφάνεια). Το διάνυσμα έχει φορά προς το εξωτερικό της επιφάνειας, δηλαδή προς την πλευρά του παρατηρητή.
- $\text{color} = [c_r, c_g, c_b]^T$ είναι το 3×1 διάνυσμα με τις συνιστώσες του χρώματος του σημείου P . Κάθε συνιστώσα ανήκει στο διάστημα $[0, 1]$.
- mat είναι ένα αντικείμενο τύπου PhongMaterial.
- lights ένα διάνυσμα με αντικείμενα τύπου PointLight.

Η οποία υπολογίζει το φωτισμό ενός σημείου P λόγω διάχυτης ανάκλασης. Εφαρμόζουμε τον τύπο 8.6 στην σελίδα 97 των σημειώσεων.

A5. Κατοπτρική Ανάκλαση

$I = \text{specular_light}(P, N, \text{color}, \text{cam_pos}, \text{mat}, \text{lights})$

- P είναι ένα διάνυσμα-στήλη 3×1 με τις συντεταγμένες του σημείου P .
- N είναι ένα διάνυσμα-στήλη 3×1 με τις συντεταγμένες του κανονικού διανύσματος της επιφανείας στο σημείο P (δηλαδή του κάθετου διανύσματος προς την επιφάνεια). Το διάνυσμα έχει φορά προς το εξωτερικό της επιφάνειας, δηλαδή προς την πλευρά του παρατηρητή.
- $\text{color} = [c_r, c_g, c_b]^T$ είναι το 3×1 διάνυσμα με τις συνιστώσες του χρώματος του σημείου P . Κάθε συνιστώσα ανήκει στο διάστημα $[0, 1]$.
- cam_pos είναι ένα διάνυσμα-στήλη 3×1 με τις συντεταγμένες του παρατηρητή (δηλαδή της κάμερας).
- mat είναι αντικείμενο κλάσης PhongMaterial με τους συντελεστές ενός υλικού τύπου Phong.
- lights ένα διάνυσμα με αντικείμενα τύπου PointLight που υπολογίζει το φωτισμό λόγω κατοπτρικής ανάκλασης ενός σημείου P . Εφαρμόζω τον τύπο 8.9 σελίδα 99 των σημειώσεων.

B. Shading

B.1 Υπολογισμός κανονικών διανυσμάτων επιφάνειας

normals = calculate_normals(vertices, face_indices)

- vertices είναι ένας πίνακας $3 \times N_v$ με τις συντεταγμένες των κορυφών του αντικειμένου.
- face_indices είναι ένας πίνακας $3 \times N_T$ που περιγράφει τα τρίγωνα. Η k-οστή στήλη του face_indices περιέχει τους αύξοντες αριθμούς των κορυφών του k-οστού τριγώνου του αντικειμένου, $1 \leq k \leq N_T$. Η σειρά παράθεσης των κορυφών σηματοδοτεί με τον κανόνα του δεξιόστροφου κοχλία την κατεύθυνση του κανονικού διανύσματος και άρα και προς τα που είναι η εξωτερική πλευρά του αντικειμένου.

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί την συνάρτηση cross για εξωτερικό γινόμενο και εφαρμόζεται η μεθοδολογία που αναφέρθηκε στις διαλέξεις.

B2. Συνάρτηση φωτογράφισης

Img = render_object(shader, focal, eye, lookat, up, bg_color, M, N, H, W, verts, vert_colors, face_indices, mat, lights, Ia)

Συγκεκριμένα υλοποιεί την παρακάτω διαδικασία:

1. Υπολογίζει τα κανονικά διανύσματα των κορυφών του αντικειμένου μέσω της συνάρτησης calculate_normals.
2. Προβάλλει τις κορυφές των τριγώνων σε ορθογώνιο πέτασμα κάμερας με χρήση της συνάρτησης project_cam_ku() της εργασίας #2. Τα τρίγωνα με κορυφή εκτός του πετάσματος δεν θα χρωματίζονται.
3. Καλεί επανειλημμένα τη συνάρτηση πλήρωσης που έχει επιλεγεί με βάση την τιμή της μεταβλητής shader για να χρωματίσει κάθε τρίγωνο του αντικειμένου, ξεκινώντας από εκείνα με το μεγαλύτερο βάθος (όπως και στις προηγούμενες εργασίες).

Η οποία δημιουργεί την έγχρωμη φωτογραφία img ενός 3D αντικειμένου, υπολογίζοντας το χρώμα με βάση τα μοντέλα φωτισμού της ενότητας A. Για δεδομένο τρίγωνο, να υπολογίζετε τα διανύσματα V και L των μοντέλων φωτισμού μια φορά χρησιμοποιώντας ως σημείο P το κέντρο βάρους του τριγώνου.

B3. Gouraud Shading

Y = shade_gouraud(vertsp, vertsn, vertsc, bcoords, cam_pos, mat, lights, Ia,X)

Η οποία υπολογίζει το χρώμα στις κορυφές του δοθέντος τριγώνου με βάση το πλήρες μοντέλο φωτισμού (χρησιμοποιώντας δηλαδή τις συναρτήσεις της ενότητας A) και στη συνέχεια χρησιμοποιεί γραμμική παρεμβολή χρώματος για την εύρεση του χρώματος στα εσωτερικά σημεία του τριγώνου, με την `vector_interp` της εργασίας #1.

B4. Phong Shading

Y = shade_phong(vertsp, vertsn, vertsc, bcoords, cam_pos, mat, lights, Ia,X)

Η συνάρτηση υλοποιεί την παρακάτω διαδικασία:

1. Υπολογίζει τα normal vectors των κορυφών του αντικειμένου χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση `calculate_normals`.
2. Προβάλλει τις κορυφές των τριγώνων στο πέτασμα της κάμερας. Για ευκολία, τρίγωνα με κάποια κορυφή εκτός του πετάσματος δεν θα χρωματίζονται.
3. Για κάθε τρίγωνο υπολογίζει τα normal vector των αρχικών σημείων (δηλαδή, πριν την προβολή) κατά μήκος των ενεργών πλευρών εκτελώντας γραμμική παρεμβολή στα normal vector των κορυφών της πλευράς.
4. Για κάθε εσωτερικό σημείο, υπολογίζει το normal vector κατά μήκος του scan line εκτελώντας γραμμική παρεμβολή στα normal vector που αντιστοιχούν στα ενεργά σημεία της πλευράς.
5. Υπολογίζει το χρώμα κάθε σημείου χρησιμοποιώντας τις συναρτήσεις `ambientLight`, `diffuseLight` και `specularLight`

Αποτελέσματα Κώδικα Matlab



Gouraud_Ambient



Gouraud_Difussion



Gouraud_Specular



Gouraud_All_Together



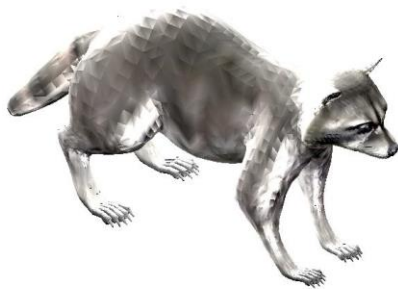
Phong_Ambient



Phong _Difussion



Phong _Specular



Phong _All_ Together

Συμπεράσματα

Βλέπουμε πως ο χρωματισμός του phong σε σχέση με τον gouraud δημιουργεί ένα πιο καθαρό-ομοιόμορφο (smooth) φωτισμό σε κάποια σημεία του αντικειμένου , όπως πάνω από την ουρά και στο κεφάλι .

Είναι φανερό πως σε μερικά σημεία έχουμε πρόβλημα με τον χρωματισμό των τριγώνων(λευκά σημεία) αλλά είναι ελάχιστα σε σχέση με το αποτέλεσμα.