

Θέαση

Οδυσσέας Σοφικίτης, 10130
sodysea@ece.auth.gr

1 Φωτισμός

Οι απαραίτητες κλάσεις PhongMaterial και PointLight έχουν υλοποιηθεί στο αρχείο `classes.py`. Δεν σχολιάζονται περαιτέρω αφού αποτελούν απλές δομές δεδομένων που έχουν τα στοιχεία του υλικού και των πηγών φωτών αντίστοιχα. Στο ίδιο αρχείο βρίσκεται και η κλάση Edge που υλοποιεί μια ακμή ενός τριγώνου, απαραίτητη για τον αλγόριθμο πλήρωσης.

Η συνάρτηση που υπολογίζει τον φωτισμό/χρώμα ενός δεδομένου σημείου βρίσκεται στο αρχείο `functions.py` μαζί με τις υπόλοιπες συναρτήσεις που χρειάζονται για την εργασία. Δέχεται σαν ορίσματα τις συντεταγμένες του σημείου, το κανονικό διάνυσμα του σημείου (της επιφάνειας που ανήκει σε εκείνο το σημείο), συντελεστές για κάθε χρωματική συνιστώσα, την θέση της κάμερας, το "υλικό" του σημείου, ένα διάνυσμα με τις πηγές που υπάρχουν και την ένταση του διάχυτου φωτός από το περιβάλλον. Υπολογίζει τον συνολικό φωτισμό του σημείου αθροίζοντας τους επιμέρους από κάθε πηγή και από το διάχυτο φως.

Για τον υπολογισμό της διάχυτης και της κατοπτρικής ανάκλασης χρησιμοποιούνται το κανονικό διάνυσμα, το διάνυσμα σημείου-πηγής (όπως υπολογίζεται από τις θέσεις των πηγών και του σημείου) και το διάνυσμα σημείου-παρατηρητή/κάμερας, όλα κανονικοποιημένα. Τον συνολικό φωτισμό των παίρνουμε από τον τύπο:

$$I = k_a I_a + \sum_{i=1}^n k_d \langle \hat{N}, \hat{L}_i \rangle I_i C + k_s \langle \hat{R}, \hat{V} \rangle I_i C \quad (1)$$

όπου k_j είναι οι συντελεστές φωτισμού του υλικού, I_j το διάνυσμα έντασης της j πηγής, \hat{N} το κανονικό διάνυσμα, \hat{L}_i το διάνυσμα σημείου και i πηγής, $\hat{R} = 2\hat{N}\langle \hat{N}, \hat{L}_i \rangle - \hat{L}_i$ το διάνυσμα ανάκλασης, C οι συντελεστές κάθε χρωματικής συνιστώσας και με $\langle \cdot, \cdot \rangle$ συμβολίζουμε το εσωτερικό γινόμενο δύο διανυσμάτων. Μεταξύ των διανυσμάτων I_i και C γίνεται πολλαπλασιασμός σημείο προς σημείο.

2 Shading

2.1 Κανονικά Διανύσματα

Η συνάρτηση δέχεται σαν όρισμα έναν πίνακα $3 \times N_v$ με τις συντεταγμένες των σημείων σε κάθε στήλη και έναν πίνακα $3 \times N_t$ με δείκτες σε κάθε στήλη που αντιστοιχούν σε στήλες του πρώτου πίνακα, με τις κορυφές που σχηματίζουν κάθε τρίγωνο. Για κάθε τρίγωνο, εξάγουμε τις συντεταγμένες των κορυφών, υπολογίζουμε και τις πλευρές AB, AC και υπολογίζουμε το κανονικό διάνυσμα του τριγώνου με το εξωτερικό γινόμενο $\vec{AB} \times \vec{AC}$. Δημιουργούμε έναν πίνακα $3 \times N_v$ με έναν προς ένα αντιστοιχία με τις στήλες του πίνακα κορυφών. Προσθέτουμε σε κάθε στήλη που αντιστοιχεί σε κορυφή του τριγώνου της δεδομένης επανάληψης το διάνυσμα που υπολογίζεται από το εξωτερικό γινόμενο. Προφανώς, πολλές κορυφές συμμετέχουν σε πολλά τρίγωνα τα οποία έχουν διαφορετικά κανονικά διανύσματα. Για αυτό τον λόγο, τα κανονικά διανύσματα προκύπτουν τελικά από την κανονικοποίηση κάθε στήλης του πίνακα μετά το τέλος των επαναλήψεων.

2.2 Απεικόνιση Αντικειμένου

Αρχικά υπολογίζονται τα κανονικά διανύσματα για όλες τις κορυφές. Στην συνέχεια, για την απεικόνιση του αντικειμένου χρησιμοποιούνται οι συναρτήσεις από την προηγούμενη εργασία που προβάλλουν τα σημεία και βρίσκουν τα αντίστοιχα pixel. Οι συναρτήσεις αυτές βρίσκονται στο αρχείο `projection.py` και καλείται μόνο η συνολική συνάρτηση `projection` που επιστρέφει τις συντεταγμένες των σημείων σε pixel (n2d) και το βάθος κάθε σημείου πριν την προβολή. Πάνω στον πίνακα γίνεται έλεγχος και αφαιρούνται τυχόν σημεία που βρίσκονται εκτός της φωτογραφίας και τα αντίστοιχα τρίγωνα. Τέλος, γίνεται η ταξινόμηση με βάση βάθος του κέντρου βάρους κάθε τριγώνου πριν την προβολή και καλείται η αντίστοιχη συνάρτηση σκίασης για κάθε τρίγωνο. Για την σκίαση κάθε τριγώνου υπολογίζεται το βαρύκεντρο κάθε τριγώνου που δίνεται σαν όρισμα στην συνάρτηση σκίας για τον υπολογισμό του φωτισμού.

2.3 Σκίαση

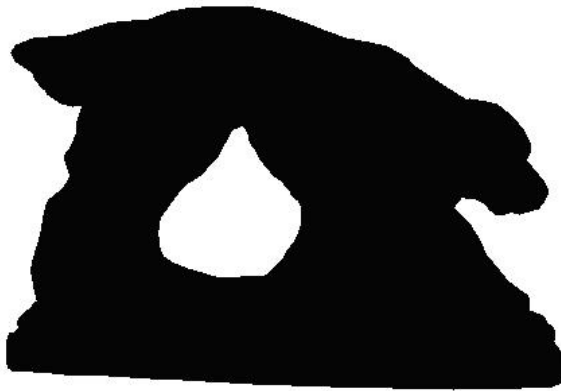
Για την σκίαση του αντικειμένου χρησιμοποιούνται δύο συναρτήσεις, `shade_gouraud` και `shade_phong`, ανάλογα την περίπτωση. Και οι δύο συναρτήσεις βασίζονται στην προηγούμενη εκδοχή της `gouraud` με μικρές παραλλαγές για τον υπολογισμό του χρώματος.

Στην `shade_gouraud` πριν την έναρξη του αλγορίθμου υπολογίζεται το χρώμα κάθε κορυφής με την χρήση της συνάρτησης φωτισμού από το κεφάλαιο 1. Ο αλγόριθμος συνεχίζει κανονικά με τα χρώματα αυτά χωρίς καμία παραλλαγή.

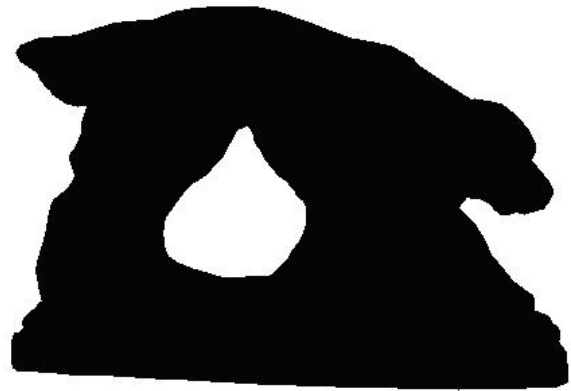
Στην `shade_phong` δεν γίνεται ο υπολογισμός των χρωμάτων των κορυφών στην αρχή. Ουσιαστικά κρατιέται όλος ο αλγόριθμος αυτούσιος με τον παλιό, απλώς σε κάθε σημείο που γινόταν παρεμβολή για το χρώμα ενός σημείου γίνεται και παρεμβολή για το κανονικό διάνυσμα. Μετά, χρησιμοποιούνται αυτά τα δύο για τον υπολογισμό του τελικού χρώματος από την συνάρτηση φωτισμού.

3 Αποτελέσματα

Στα Σχήματα 1-3 φαίνονται τα αποτελέσματα για κάθε είδος φωτισμού και κάθε συνάρτηση σκίασης. Κάθε αποτέλεσμα φωτισμού παράγεται βάζοντας μηδέν στους υπόλοιπους συντελεστές στο `PhongMaterial`. Στο Σχήμα 4 φαίνεται το τελικό αποτέλεσμα για το συνολικό μοντέλο φωτισμού.



(a) Gouraud



(b) Phong

Σχήμα 1: Αντικείμενο μόνο με διάχυτο φως από το περιβάλλον



(a) Gouraud



(b) Phong

Σχήμα 2: Αντικείμενο μόνο με διάχυτη ανάκλαση



(a) Gouraud



(b) Phong

Σχήμα 3: Αντικείμενο μόνο με κατοπτρική ανάκλαση



(a) Gouraud



(b) Phong

Σχήμα 4: Αντικείμενο μόνο με συνολικό φωτισμό