



ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ & Εφαρμογές 3D Μοντελοποίησης Απαλλακτική Εργασία 5

Ανακατασκευή επιφάνειας από αλληλουχία εικόνων βάθους

Οδηγίες:

- Αναρτήστε στο *e-class* ένα αρχείο zip/rar το οποίο θα περιέχει τον κώδικά σας και μια αναφορά (κατά προτίμηση σε pdf format).
- Η αναφορά πρέπει να είναι οπωσδήποτε μια ενιαία για όλη την άσκηση. Στην αναφορά βάλτε screen captures με τις εικόνες του προγράμματός σας, τυχόν επεξηγήσεις και τις απαντήσεις σας στα επιμέρους ερωτήματα. Στην αναφορά ΔΕΝ συμπεριλαμβάνουμε κώδικα αλλά μόνο περιγραφή των αλγορίθμων εάν χρειαστεί
- Ότι επιλογές κάνετε πρέπει να είναι αιτιολογημένες πρέπει να σχολιάζετε όλα τα αποτελέσματά σας στην αναφορά. Ο τρόπος επίλυσης των προβλημάτων πρέπει να είναι γεωμετρικός.
- Η παρουσίαση της εργασίας θα γίνει μετά την υποβολή και θα έχει διάρκεια ~10-15 λεπτά για κάθε φοιτητή.
- Σημαντικό: Η εργασία πρέπει να υλοποιηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι παραμετρική ως προς την είσοδο. Να μπορεί δηλαδή να εισαχθεί πέρα από τις «εισόδους» που θα σας δοθούν και μία διαφορετική «είσοδος» για τον έλεγχο ορθότητας

Ερωτήματα:

Είσοδος: Αλληλουχία εικόνων χρώματος-βάθους (RGB-D): Παραδειγματικά [Datasets](#). Θα σας δοθεί κώδικας για ανάγνωση αρχείων .png.

Μέρος Α:

- Φορτώστε την αλληλουχία εικόνων βάθους σε ένα διάνυσμα $F_i = \{F_1, F_2, \dots, F_N\}$ και δημιουργήστε τα αντίστοιχα 3D νέφη σημείων $C_i = \{C_1, C_2, \dots, C_N\}$ (θεωρήστε κατακόρυφο/οριζόντιο οπτικό πεδίο (fov) της κάμερας 48.6° & 62° αντίστοιχα.). Δώστε δυνατότητα στον χρήστη να απεικονίσει ένα συγκεκριμένο νέφος σημείων.
- Δεδομένου νέφους σημείων $C_i = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$, υπολογίστε την αντιστοίχιση σημείων με το νέφος $C_{i-1} = \{q_1, q_2, \dots, q_n\}$, βρίσκοντας τον πλησιέστερο γείτονα για κάθε σημείο $p_i \in C_i$. Απεικονίστε τα δύο (2) νέφη σημείων με διαφορετικά χρώματα καθώς και μια γραμμή για κάθε σημείο που δείχνει την αντιστοίχιση. Τυπώστε την συνολική απόσταση $e = \sum_{i=1}^n \|p_i - q_i\|^2$, την μέση απόσταση, καθώς και τον χρόνο υπολογισμού της αντιστοίχισης σημείων.

Μέρος Β:

- Δημιουργήστε μια συνάρτηση η οποία υπολογίζει την περιστροφή $R \in \mathbb{R}^{3 \times 3}$ και την μετατόπιση t ώστε να ευθυγραμμίζει τα νέφη σημείων του προηγούμενου ερωτήματος, δηλαδή ελαχιστοποιεί την συνάρτηση $e = \sum_{i=1}^n \|(Rp_i + t) - q_i\|^2$. (Υπόδειξη: Χρησιμοποιήστε την μεθοδολογία [εδώ](#) θεωρώντας βάρη $w_i = 0$. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε έτοιμο τον αλγόριθμο SVD της [eigen](#) ή άλλη πηγή προτίμησης σας.)
- Χρησιμοποιήστε την συνάρτηση του προηγούμενου ερωτήματος για να ευθυγραμμίσετε τα νέφη C_i έως C_j για i, j είσοδο από τον χρήστη (π.χ. C_2 έως

C_{24}). Δημιουργήστε το ολικό νέφος M ως σύνολο των ευθυγραμμισμένων νεφών αφαιρώντας τα διπλά σημεία μετά την ευθυγράμμιση, δηλαδή τα σημεία που έχουν απόσταση από το αντίστοιχο τους $d < \varepsilon$, όπου ε κάποια αυθαίρετη ανοχή. Απεικονίστε το ολικό νέφος M και τυπώστε τον χρόνο υπολογισμού του για διάφορες εισόδους. Πως μπορούμε να αποφασίσουμε μία «καλή» ανοχή ε αυτόματα?

- v) Χρησιμοποιήστε μια δομή δεδομένων διάτμησης χώρου (octree, kd-tree κτλ.) για να επιταχύνετε την αναζήτηση του πλησιέστερου γείτονα και επαναλάβετε το προηγούμενο ερώτημα. Δείξτε τον βαθμό επιτάχυνσης του αλγορίθμου. Τι περιορισμούς μας δημιουργεί?
- vi) Εφαρμόστε φίλτρο **Sobel** στις εικόνες χρώματος, και αφού απορρίψετε χαμηλές τιμές με χρήση κατωφλίου (thresholding), χρησιμοποιήστε μόνο τα αντίστοιχα σημεία για την βελτιστοποίηση της συνάρτησης του ερωτήματος (iii). Δείξτε το αποτέλεσμα και τον βαθμό επιτάχυνσης του αλγορίθμου.
- vii) Βρείτε γεωμετρικό τρόπο να χωρίσετε σε αντικείμενα τη σκηνή. Απεικονίστε όλη τη σκηνή όπου κάθε αντικείμενο θα παρουσιάζεται με διαφορετικό χρώμα