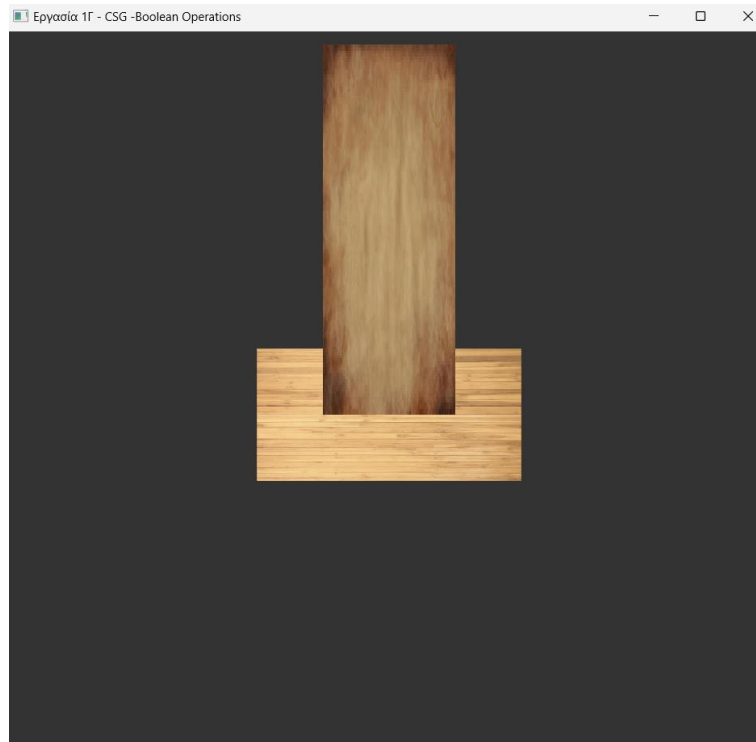


ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 1-Γ

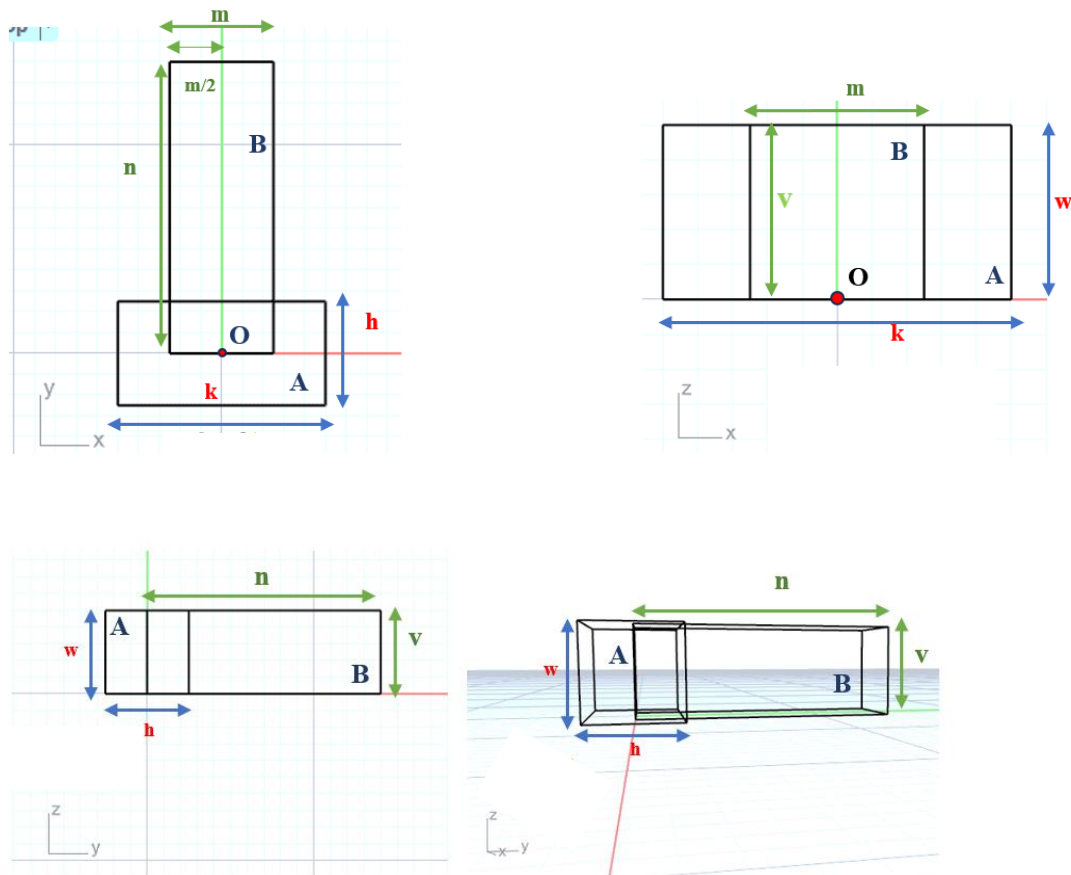
Σκοπός του τρίτου μέρους του Συνόλου Προγραμματιστικών Ασκήσεων OpenGL είναι να εξασκηθείτε στη χρήση βασικών βιβλιοθηκών στοιχειωδών γραφικών της OpenGL 3.3 (και μεταγενέστερων εκδόσεων) οι οποίες υποστηρίζουν 2Δ και 3Δ γραφικά. Στην άσκηση αυτή θα δημιουργήσετε μια εφαρμογή στην οποία θα υλοποιούνται Boolean λειτουργίες πάνω σε 3Δ στερεά.



Εικόνα 1 - Παράδειγμα ενός στιγμιότυπου της εφαρμογής

Πιο συγκεκριμένα:

- (i) (5%) Φτιάξτε ένα πρόγραμμα που θα ανοίγει ένα βασικό παράθυρο **950x950**. Το background του παραθύρου στην περιοχή εργασίας να είναι γκρι σκούρο. Το παράθυρο θα έχει τίτλο «Εργασία 1Γ – CSG-Boolean Operations» (με ελληνικούς χαρακτήρες – όχι greeklish). Με το πλήκτρο **space** η εφαρμογή τερματίζει.
- (ii) (10%) Το πρόγραμμα ξεκινάει σχεδιάζοντας τα δύο ορθογώνια παραλληλεπίπεδα **A** και **B** της Άσκησης **1B**. Ειδικότερα, Το πρώτο ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο, **A**, είναι σχεδιασμένο κατά μήκος του άξονα **x** και έχει διαστάσεις: μήκος **k=10**, ύψος **h=5**, πλάτος **w=5**. Το κέντρο βάρους του **A** είναι το σημείο **E(0, 0, 2.5)**. Το **A** “τέμνεται” από ένα άλλο ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο **B**, με διαστάσεις: μήκος **m=5**, ύψος **n=14**, πλάτος **v=5**. Το **B** είναι σχεδιασμένο κατά μήκος του άξονα **y** και η μία του πλευρά είναι πάνω στο επίπεδο **xz** (όπου **y=0**) και το σημείο **O(0, 0, 0)** αποτελεί κέντρο της ακμής της πλευράς αυτής (ακμή όπου **z=0**).



Εικόνα 2 - Διάφορες όψεις των μοντέλων A και B

(iii) (20%) Στα μοντέλα **A** και **B** θα εφαρμόσετε υφές (σας δίνονται τα αντίστοιχα αρχεία). Θα χρειαστεί να υπολογίσετε τις υν συντεταγμένες των αντικειμένων.

(iv) (40%) Το πρόγραμμά σας θα υλοποιεί δυαδικές λειτουργίες (boolean operations) στερεοκατασκευαστικής γεωμετρίας (CSG) μεταξύ των αντικειμένων **A** και **B**. Πιο συγκεκριμένα:

- $A \cup B$ - Ένωση των A και B (Union) με το πλήκτρο <u>.
- $A \cap B$ - Τομή των A και B (Intersection) με το πλήκτρο <i>.
- $A - B$ Διαφορά (Difference) με το πλήκτρο <d>.
- $B - A$ Διαφορά (Difference) με το πλήκτρο <f>.
- Επαναφορά των A και B στην αρχική τους μορφή με το πλήκτρο <r>.

Θα πρέπει να υπολογίσετε τα σημεία που προκύπτουν από τις παραπάνω λειτουργίες και να τις αποθηκεύσετε κατάλληλα. Η επεξήγηση του τρόπου υπολογισμού των σημείων να συνοδεύεται από σχήματα όπου φαίνονται οι συντεταγμένες του τελικού αντικειμένου (μετά την κάθε λειτουργία). Στα αντικείμενα που προκύπτουν από τις παραπάνω λειτουργίες θα εφαρμόσετε την υφή του πρώτου μοντέλου της αντίστοιχης πράξης.

(v) (15%) Η λειτουργία κάμερας του προγράμματος θα είναι αυτή της Άσκησης **1B**, δηλαδή: Να υλοποιήσετε μια κάμερα που θα ελέγχεται μόνο με τα πλήκτρα του πληκτρολογίου (να γίνεται έλεγχος μόνο για key press).

Η κάμερα θα κινείται στους άξονες του παγκόσμιου συστήματος συντεταγμένων με τους εξής τρόπους:

- γύρω από τον άξονα x με τα πλήκτρα <w> και <x>
- γύρω από τον άξονα y με τα πλήκτρα <q> και <z>
- θα κάνει zoom in/zoom out με κατεύθυνση το σημείο O με τα πλήκτρα <+> και <-> του numerical keypad του πληκτρολογίου

Η κάμερά σας να είναι τοποθετημένη αρχικά στο σημείο (0.0, 0.0, 40.0) ώστε να κοιτάει προς το σημείο E(0,0,2.5) με ανιόν διάνυσμα (up vector) το (0.0, 1.0, 0.0).

(Σημείωση: αφού ορίσετε τιμή για το FOV (field of view), αυτή δεν θα πρέπει να αλλάζει κατά την διάρκεια εκτέλεσης του προγράμματος).

(vi) (10%) Θα ΠΡΕΠΕΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΝΑ ΥΠΑΡΧΕΙ ΕΝΑ ΑΡΧΕΙΟ **“readme.pdf”** που θα περιέχει τα ονοματεπώνυμα και ΑΜ των μελών της ομάδας, αναλυτικές πληροφορίες για την λειτουργία του προγράμματος και ιδιαίτερα για όποιες ιδιαιτερότητες, προβλήματα ειδικές συνθήκες, και άλλες πληροφορίες για τον κώδικα κτλ. Να χρησιμοποιήσετε το υπόδειγμα που σας δίνεται.

****BONUS**

(α) (60 μονάδες) Να υλοποιήσετε λειτουργία ομοιόμορφης κλιμάκωσης (scaling) για το κάθε ένα από τα δύο αντικείμενα **A** και **B**, ξεχωριστά, και στη συνέχεια να υλοποιήσετε τις λειτουργίες CSG: τομή, διαφορά και ένωση. Το πλήκτρο **<h>** θα μεγαλώνει το **A** αντικείμενο, το πλήκτρο **<j>** θα μικραίνει το **A** αντικείμενο, το πλήκτρο **<k>** θα μεγαλώνει το **B** αντικείμενο, το πλήκτρο **<l>** θα μικραίνει το **B** αντικείμενο. Θα πρέπει να πάρετε περιπτώσεις για τη σχετική θέση των δύο αντικειμένων μετά την κλιμάκωση, αφού η σχετική θέση επηρεάζει τη δομή του αντικειμένου που προκύπτει ως αποτέλεσμα της δυαδικής λειτουργίας.

(β) (20 μονάδες) Προσθέστε φωτισμό μοντέλου phong, υλοποιώντας το μοντέλο phong στον fragment shader με μία φωτεινή σημειακή πηγή στο (10.0, 10.0, 50.0).

(γ) (20 μονάδες) Προσθέστε έξι πλήκτρα για τη μετακίνηση της φωτεινής πηγής του ερωτήματος (β) με τον ίδιο τρόπο που γίνεται η μετακίνηση της κάμερας του ερωτήματος (v).

Παράδοση:

Η άσκηση θα παραδοθεί ηλεκτρονικά την **Παρασκευή, 01/12/2023** στις 9 μμ.

Σας δίνεται πρόγραμμα σκελετός **Source-1C.cpp** μέσα στο οποίο θα υλοποιήσετε την άσκηση. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε μόνο τις βιβλιοθήκες γραφικών GLFW, GLEW και GLM.

Οδηγίες για την παράδοση υπάρχουν στην ηλεκτρονική σελίδα του εcourse του μαθήματος. Οι ασκήσεις ελέγχονται για κοινό κώδικα και αντιγραφή. Τέτοιες περιπτώσεις μηδενίζονται.

Η άσκηση εκπονείται και παραδίδεται σε ομάδες των δυο (το πολύ) ατόμων. Ο τρόπος βαθμολόγησης είναι αυστηρός και ίδιος είτε είστε σε ομάδα, είτε είστε μόνοι σας.

Το C αυτό μέρος του πρώτου συνόλου προγραμματιστικών ασκήσεων μετράει 15% στη βαθμολογία του μαθήματος. Υπενθυμίζουμε ότι στο μάθημα θα πρέπει να πάρετε τουλάχιστον 40/100 στο σύνολο της βαθμολογίας του πρώτου συνόλου των προγραμματιστικών ασκήσεων. Ο βαθμός του πρώτου συνόλου προγραμματιστικών ασκήσεων δίνεται από τον τύπο:

$(\text{βαθμός πρώτου συνόλου προγραμματιστικών ασκήσεων}) = (\text{βαθμός } A \text{ μέρους}) * 1/6 + (\text{βαθμός } B \text{ μέρους}) * 1/3 + (\text{βαθμός } \Gamma \text{ μέρους}) * 1/2$