ΓΡΑΦΙΚΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ

Προγραμματιστική Άσκηση 1-Β.

Team

Γκόβαρης Χρήστος-Γρηγόριος
Σπανού Μαρία

Χρονοδιάγραμμα Εργαστηριακής Άσκησης 1-Β

Έκδοση	Ημερομηνία	Progress
1.0	4/11/2024	Ανακοίνωση εργαστηριακής άσκησης 1-Β
2.0	7/11/2024	Υλοποίηση του ερωτήματος (i)
2.1	8/11/2024	Υλοποίηση των ερωτημάτων (ii), (iii), (iv) και (v)
2.2	9/11/2024	Υλοποίηση του ερωτήματος (vi)
3.0	10/11/2024	Υλοποίηση Report εργαστηριακής άσκησης

Ανάλυση Χαρακτηριστικών

Η εργασία υλοποιήθηκε σε ένα μηχάνημα (Lenovo Ideapad 3), με τα εξής χαρακτηριστικά πυρήνα:

- AMD Ryzen 7 (7730U)
- 8 CPU cores
- 16 Threads
- Boost Clock up to 4.5GHz
- Base Clock 2.0GHz
- CPU Socket FP6
- Intergraded Graphics (Radeon Graphics)

Επιπλέον, η **εργασία 1-Β** υλοποιήθηκε σε **Windows 11 Home**, χρησιμοποιώντας το **Visual Studio 2022 (x64)**.

Λειτουργία Ομάδας / Ανάλυση Ερωτημάτων

Η συνεργασία της ομάδας υπήρξε υποδειγματική, εξασφαλίζοντας την άρτια υλοποίηση και τη βέλτιστη λειτουργικότητα της Άσκησης 1-Β. Και τα δύο μέλη συνέβαλαν ουσιαστικά στη σχεδίαση του αλγοριθμικού μέρους της εργασίας. Στο ερώτημα (i), η συνεργασία ήταν πλήρης και καταλήξαμε στο ζητούμενο αποτέλεσμα. Στο ερώτημα (ii), το μέλος 5203 ανέλαβε την αναπαράσταση των συντεταγμένων, ενώ το μέλος 5351 διαμόρφωσε τον πίνακα cube[]. Στο ερώτημα (iii), δημιουργήσαμε τον 3Δ χαρακτήρα Α προσδιορίζοντας τις συντεταγμένες ώστε να είναι κεντραρισμένος στο πλέγμα. Στο ερώτημα (iv), τοποθετήσαμε την κάμερα στην ζητούμενη θέση και υλοποιήσαμε την κίνηση της κάμερας και του 3Δ χαρακτήρα Α, όπως αναφέρεται στην εκφώνηση, βασισμένο στην άσκηση 1Α.

2.0 Υλοποίηση των ερωτημάτων (i)

Για το ερώτημα (i):

Στο παρόν ερώτημα, μας ζητήθηκε να υλοποιήσουμε ένα πρόγραμμα που ανοίγει ένα βασικό παράθυρο 950x950, καθώς και να αλλάξουμε το χρώμα του background σε μαύρο. Πιο συγκεκριμένα, έγιναν οι εξής αλλαγές:

Στο αρχείο **Source-1B.cpp**, εντοπίσαμε την εντολή

```
window = glfwCreateWindow(950, 950, u8"Άσκηση 1Β - 2024", NULL, NULL);
```

η οποία καθορίζει το μέγεθος και τον τίτλο του παραθύρου (όπου αργότερα θα απεικονιστεί ο λαβύρινθος). Προχωρήσαμε στην αλλαγή των δύο πρώτων ορισμάτων της συνάρτησης **glfwCreateWindow** σε 950, ορίζοντας έτσι το μέγεθος του παραθύρου στις διαστάσεις 950x950.

Επιπροσθέτως, τροποποιήσαμε το τρίτο όρισμα της συνάρτησης, το οποίο αντιστοιχεί στον τίτλο του παραθύρου, αλλάζοντάς το σε «Άσκηση 1Β - 2024». Τέλος, προσθέσαμε τη δυνατότητα κλεισίματος του παραθύρου με το πλήκτρο SPACE.

Τέλος, όσον αφορά το χρώμα του υποβάθρου, εντοπίσαμε την εντολή

```
glClearColor(0.0f, 0.0f, 0.0f, 0.0f);
```

της οποίας τροποποιήσαμε κατάλληλα τα ορίσματα, ώστε να δημιουργηθεί σωστά το «Μαύρο Υπόβαθρο».

2.1 Υλοποίηση των ερωτημάτων (ii), (iii), (iv) και (v)

Για το ερώτημα (ii):

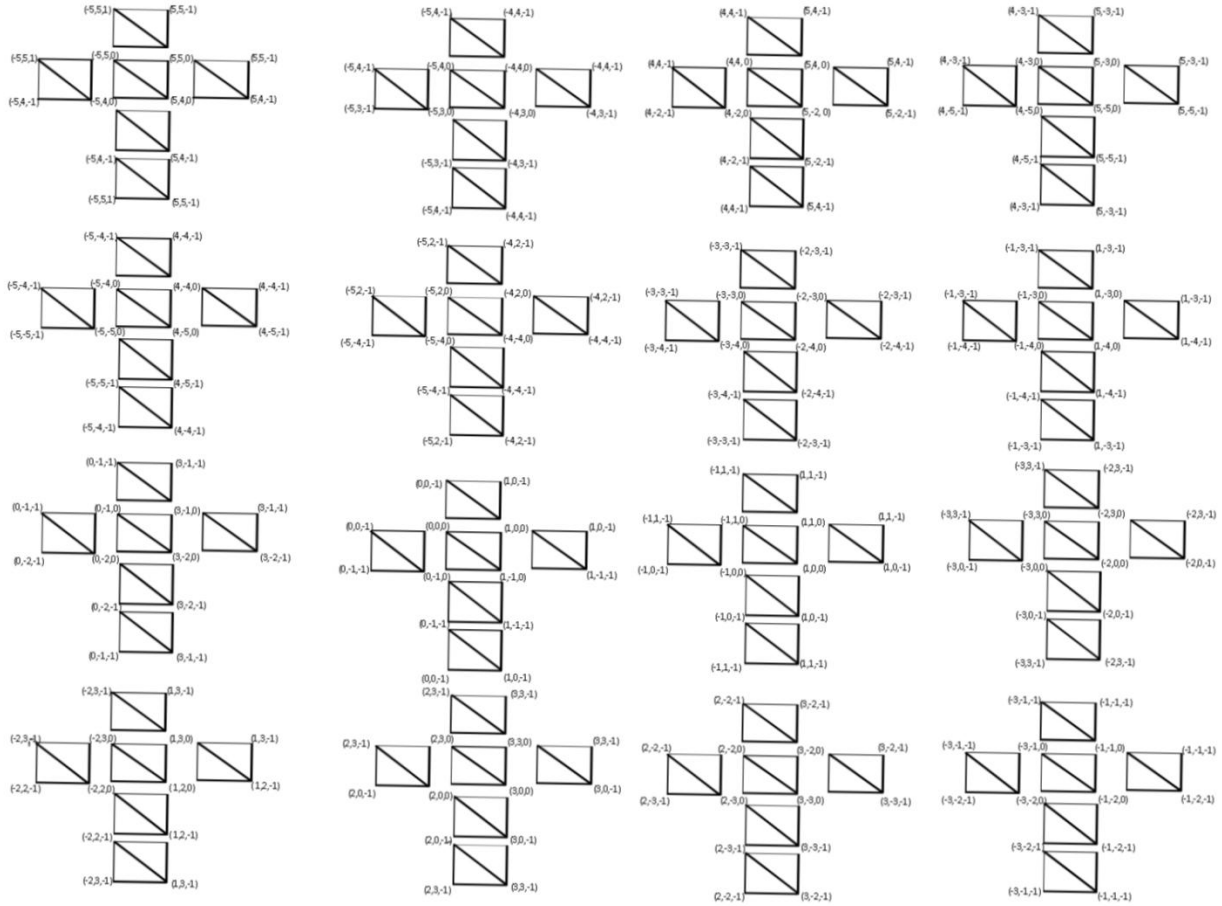
Στο παρόν ερώτημα, μας ζητήθηκε να σχεδιάσουμε τον λαβύρινθο όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 1 της εκφώνησης (3Δ απεικόνιση). Πιο συγκεκριμένα, έγιναν οι εξής αλλαγές:

Στο αρχείο **Source-1B.cpp**, υλοποιήσαμε την εντολή

```
static const GLfloat cube[] = { -5.0f,5.0f,0.0f, -5.0f,4.0f,0.0f, 5.0f,4.0f,0.0f, -5.0f,5.0f,0.0f, 5.0f,5.0f,0.0f, 5.0f,4.0f,0.0f, -5.0f,4.0f,0.0f, -5.0f,3.0f,0.0f, -4.0f,3.0f,0.0f, -5.0f,4.0f,0.0f,
-4.0f,4.0f,0.0f, -4.0f,3.0f,0.0f, 4.0f,4.0f,0.0f, 4.0f,-2.0f,0.0f, 5.0f,-2.0f,0.0f, 4.0f,4.0f,0.0f, 5.0f,4.0f,0.0f, 5.0f,-2.0f,0.0f, 4.0f,-3.0f,0.0f, 4.0f,-5.0f,0.0f, 5.0f,-5.0f,0.0f, 4.0f,-3.0f,0.0f,
5.0f,-3.0f,0.0f, 5.0f,-5.0f,0.0f, -5.0f,-4.0f,0.0f, -5.0f,-5.0f,0.0f, 4.0f,-5.0f,0.0f, -5.0f,-4.0f,0.0f, 4.0f,-4.0f,0.0f, 4.0f,-5.0f,0.0f, -5.0f,2.0f,0.0f, -5.0f,-4.0f,0.0f, -4.0f,-4.0f,0.0f, -
5.0f,2.0f,0.0f, -4.0f,2.0f,0.0f, -4.0f,-4.0f,0.0f, -3.0f,-3.0f,0.0f, -3.0f,-4.0f,0.0f, -2.0f,-4.0f,0.0f, -3.0f,-3.0f,0.0f, -2.0f,-3.0f,0.0f, -2.0f,-4.0f,0.0f, -1.0f,-3.0f,0.0f, -1.0f,-4.0f,0.0f,
1.0f,-4.0f,0.0f, -1.0f,-3.0f,0.0f, 1.0f,-3.0f,0.0f, 1.0f,-4.0f,0.0f, 0.0f,-1.0f,0.0f, 0.0f,-2.0f,0.0f, 3.0f,-2.0f,0.0f, 0.0f,-1.0f,0.0f, 3.0f,-1.0f,0.0f, 3.0f,-2.0f,0.0f, 0.0f,0.0f,0.0f, 0.0f,-1.0f,0.0f,
1.0f,-1.0f,0.0f, 0.0f,0.0f,0.0f, 1.0f,0.0f,0.0f, 1.0f,-1.0f,0.0f, -1.0f,1.0f,0.0f, -1.0f,0.0f,0.0f, 1.0f,0.0f,0.0f, -1.0f,1.0f,0.0f, 1.0f,1.0f,0.0f, 1.0f,0.0f,0.0f, -3.0f,3.0f,0.0f, -3.0f,0.0f,0.0f, -
2.0f,0.0f,0.0f, -3.0f,3.0f,0.0f, -2.0f,3.0f,0.0f, -2.0f,0.0,0.0f, -2.0f,3.0f,0.0f, -2.0f,2.0f,0.0f, 1.0f,2.0f,0.0f, -2.0f,3.0f,0.0f, 1.0f,3.0f,0.0f, 1.0f,2.0f,0.0f, 2.0f,3.0f,0.0f, 2.0f,0.0f,0.0f,
3.0f,0.0f,0.0f, 2.0f,3.0f,0.0f, 3.0f,3.0f,0.0f, 3.0f,0.0f,0.0f, 2.0f,-2.0f,0.0f, 2.0f,-3.0f,0.0f, 3.0f,-3.0f,0.0f, 2.0f,-2.0f,0.0f, 3.0f,-3.0f,0.0f, 3.0f,-2.0f,0.0f, -3.0f,-1.0f,0.0f, -3.0f,-2.0f,0.0f,
-1.0f,-2.0f,0.0f, -3.0f,-1.0f,0.0f, -1.0f,-1.0f,0.0f, -1.0f,-2.0f,0.0f, -5.0f,4.0f,-1.0f, -5.0f,5.0f,-1.0f, 5.0f,5.0f,-1.0f, -5.0f,4.0f,-1.0f, 5.0f,4.0f,-1.0f, 5.0f,5.0f,-1.0f, -5.0f,4.0f,-1.0f, -
5.0f,3.0f,-1.0f, -4.0f,4.0f,-1.0f, -5.0f,3.0f,-1.0f, -4.0f,3.0f,-1.0f, -4.0f,4.0f,1.0f, 4.0f,4.0f,-1.0f, 4.0f,-2.0f,-1.0f, 5.0f,4.0f,-1.0f, 5.0f,-2.0f,-1.0f, 5.0f,4.0f,-1.0f, 4.0f,-2.0f,-1.0f, 4.0f,-
3.0f,-1.0f, 4.0f,-5.0f,-1.0f, 5.0f,-3.0f,-1.0f, 4.0f,-5.0f,-1.0f, 5.0f,-5.0f,-1.0f, 5.0f,-3.0f,-1.0f, -5.0f,-5.0f,-1.0f, -5.0f,-4.0f,-1.0f, 4.0f,-4.0f,-1.0f, -5.0f,-5.0f,-1.0f, 4.0f,-5.0f,-1.0f, 4.0f,-
4.0f,-1.0f, -5.0f,-4.0f,-1.0f, -5.0f,2.0f,-1.0f, -4.0f,2.0f,-1.0f, -5.0f,-4.0f,-1.0f, -4.0f,-4.0f,-1.0f -4.0f,2.0f,-1.0f, -3.0f,-4.0f,-1.0f, -3.0f,-3.0f,-1.0f, -2.0f,-3.0f,-1.0f, -3.0f,-4.0f,-1.0f, -
2.0f,-4.0f,-1.0f, -2.0f,-3.0f,-1.0f, -1.0f,-4.0f,-1.0f, -1.0f,-3.0f,-1.0f, 1.0f,-3.0f,-1.0f, -1.0f,-4.0f,-1.0f, 1.0f,-4.0f,-1.0f, 1.0f,-3.0f,-1.0f, 0.0f,-2.0f,-1.0f, 0.0f,-1.0f,-1.0f, 3.0f,-1.0f,-1.0f,
0.0f,-2.0f,-1.0f, 3.0f,-2.0f,-1.0f, 3.0f,-1.0f,-1.0f, 0.0f,-1.0f,-1.0f, 0.0f,0.0f,-1.0f, 1.0f,0.0f,-1.0f, 0.0f,-1.0f,-1.0f, 1.0f,-1.0f,-1.0f, 1.0f,0.0f,-1.0f, -1.0f,0.0f,-1.0f, -1.0f,1.0f,-1.0f, 1.0f,1.0f,-1.0f,
-1.0f,0.0f,-1.0f, 1.0f,0.0f,-1.0f, 1.0f,1.0f,-1.0f, -3.0f,0.0f,-1.0f, -3.0f,3.0f,-1.0f, -2.0f,3.0f,0.0f, -3.0f,0.0f,-1.0f, -2.0f,0.0f,-1.0f, -2.0f,3.0,-1.0f, -2.0f,2.0f,-1.0f, -2.0f,3.0f,-1.0f, 1.0f,3.0f,-
1.0f, -2.0f,2.0f,-1.0f, 1.0f,2.0f,-1.0f, 1.0f,3.0f,-1.0f, 2.0f,0.0f,-1.0f, 2.0f,3.0f,-1.0f, 3.0f,3.0f,-1.0f, 2.0f,0.0f,-1.0f, 3.0f,0.0f,-1.0f, 3.0f,3.0f,-1.0f, 2.0f,-3.0f,-1.0f, 2.0f,-2.0f,-1.0f, 3.0f,-
2.0f,-1.0f, 2.0f,-3.0f,-1.0f, 3.0f,-3.0f,-1.0f, 3.0f,-2.0f,-1.0f, -3.0f,-2.0f,-1.0f, -3.0f,-1.0f,-1.0f, -1.0f,-1.0f,-1.0f, -3.0f,-2.0f,-1.0f, -1.0f,-2.0f,-1.0f, -1.0f,-1.0f,-1.0f, 5.0f,5.0f,0.0f,
5.0f,4.0f,0.0f, 5.0f,4.0f,-1.0f, 5.0f,5.0f,0.0f, 5.0f,5.0f,-1.0f, 5.0f,4.0f,-1.0f, -4.0f,4.0f,0.0f, -4.0f,3.0f,0.0f -4.0f,3.0f,-1.0f, -4.0f,4.0f,0.0f, -4.0f,4.0f,-1.0f, -4.0f,3.0f,-1.0f, 5.0f,4.0f,0.0f,
5.0f,-2.0f,0.0f, 5.0f,-2.0f,-1.0f, 5.0f,4.0f,0.0f, 5.0f,4.0f,-1.0f, 5.0f,-2.0f,-1.0f, 5.0f,-3.0f,0.0f, 5.0f,-5.0f,0.0f, 5.0f,-5.0f,-1.0f, 5.0f,-3.0f,0.0f, 5.0f,-3.0f,-1.0f, 5.0f,-5.0f,-1.0f, 4.0f,-
4.0f,0.0f, 4.0f,-5.0f,0.0f, 4.0f,-5.0f,-1.0f, 4.0f,-4.0f,0.0f, 4.0f,-4.0f,-1.0f, 4.0f,-5.0f,-1.0f, -4.0f,2.0f,0.0f, -4.0f,-4.0f,0.0f, -4.0f,-4.0f,-1.0f, -4.0f,2.0f,0.0f, -4.0f,2.0f,-1.0f, -4.0f,-
4.0f,-1.0f, -2.0f,-3.0f,0.0f, -2.0f,-4.0f,0.0f, -2.0f,-4.0f,-1.0f, -2.0f,-3.0f,0.0f, -2.0f,-3.0f,-1.0f, -2.0f,-4.0f,-1.0f, 1.0f,-3.0f,0.0f, 1.0f,-4.0f,0.0f, 1.0f,-4.0f,-1.0f, 1.0f,-3.0f,0.0f, 1.0f,-
3.0f,-1.0f, 1.0f,-4.0f,-1.0f, 3.0f,-1.0f,0.0f, 3.0f,-2.0f,0.0f, 3.0f,-2.0f,-1.0f, 3.0f,-1.0f,0.0f, 3.0f,-1.0f,-1.0f, 3.0f,-2.0f,-1.0f, 1.0f,0.0f,0.0f, 1.0f,-1.0f,0.0f, 1.0f,-1.0f,-1.0f, 1.0f,0.0f,0.0f,
1.0f,0.0f,-1.0f, 1.0f,-1.0f,-1.0f, 1.0f,1.0f,0.0f, 1.0f,0.0f,0.0f, 1.0f,0.0f,-1.0f, 1.0f,1.0f,0.0f, 1.0f,1.0f,-1.0f, 1.0f,0.0,-1.0f, -2.0f,3.0f,0.0f, -2.0f,0.0f,0.0f, -2.0f,0.0f,-1.0f, -2.0f,3.0f,0.0f, -
2.0f,3.0f,-1.0f, -2.0f,0.0f,-1.0f, 1.0f,3.0f,0.0f, 1.0f,2.0f,0.0f, 1.0f,2.0f,-1.0f, 1.0f,3.0f,0.0f, 1.0f,3.0f,-1.0f, 1.0f,2.0f,-1.0f, 3.0f,3.0f,0.0f, 3.0f,0.0f,0.0f, 3.0f,0.0f,-1.0f, 3.0f,3.0f,0.0f,
3.0f,3.0f,-1.0f, 3.0f,0.0f,-1.0f, 3.0f,-2.0f,0.0f, 3.0f,-3.0f,0.0f, 3.0f,-3.0f,-1.0f, 3.0f,-2.0f,0.0f, 3.0f,-2.0f,-1.0f, 3.0f,-3.0f,-1.0f, -1.0f,-1.0f,0.0f, -1.0f,-2.0f,0.0f, -1.0f,-2.0f,-1.0f, -1.0f,-
1.0f,0.0f, -1.0f,-1.0f,-1.0f, -1.0f,-2.0f,-1.0f, -5.0f,5.0f,-1.0f, -5.0f,4.0f,-1.0f, -5.0f,4.0f,0.0f, -5.0f,5.0f,-1.0f, -5.0f,5.0f,0.0f, -5.0f,4.0f,0.0f, -5.0f,4.0f,-1.0f, -5.0f,3.0f,-1.0f, -
5.0f,3.0f,0.0f, -5.0f,4.0f,-1.0f, -5.0f,4.0f,0.0f, -5.0f,3.0f,0.0f, 4.0f,4.0f,-1.0f, 4.0f,-2.0f,-1.0f, 4.0f,-2.0f,0.0f, 4.0f,4.0f,-1.0f, 4.0f,4.0f,0.0f, 4.0f,-2.0f,0.0f, 4.0f,-3.0f,-1.0f, 4.0f,-5.0f,-
1.0f, 4.0f,-5.0f,0.0f, 4.0f,-3.0f,-1.0f, 4.0f,-3.0f,0.0f, 4.0f,-5.0f,0.0f, -5.0f,-4.0f,-1.0f, -5.0f,-5.0f,-1.0f, -5.0f,-5.0f,0.0f, -5.0f,-4.0f,-1.0f, -5.0f,-4.0f,0.0f, -5.0f,-5.0f,0.0f, -5.0f,2.0f,-
1.0f, -5.0f,-4.0f,-1.0f, -5.0f,-4.0f,0.0f, -5.0f,2.0f,-1.0f, -5.0f,2.0f,0.0f, -5.0f,-4.0f,0.0f, -3.0f,-3.0f,-1.0f, -3.0f,-4.0f,-1.0f, -3.0f,-4.0f,0.0f, -3.0f,-3.0f,-1.0f, -3.0f,-3.0f,0.0f, -3.0f,-
4.0f,0.0f, -1.0f,-3.0f,-1.0f, -1.0f,-4.0f,-1.0f, -1.0f,-4.0f,0.0f, -1.0f,-3.0f,-1.0f, -1.0f,-3.0f,0.0f, -1.0f,-4.0f,0.0f, 0.0f,-1.0f,-1.0f, 0.0f,-2.0f,-1.0f, 0.0f,-2.0f,0.0f, 0.0f,-1.0f,-1.0f, 0.0f,-
1.0f,0.0f, 0.0f,-2.0f,0.0f, 0.0f,0.0f,-1.0f, 0.0f,-1.0f,-1.0f, 0.0f,-1.0f,0.0f, 0.0f,0.0f,-1.0f, 0.0f,0.0f,0.0f, 0.0f,-1.0f,0.0f, -1.0f,1.0f,-1.0f, -1.0f,0.0f,-1.0f, -1.0f,0.0f,0.0f, -1.0f,1.0f,-1.0f, -
1.0f,1.0f,0.0f, -1.0f,0.0f,0.0f, -3.0f,3.0f,-1.0f, -3.0f,0.0f,-1.0f, -3.0f,0.0f,0.0f, -3.0f,3.0f,-1.0f, -3.0f,3.0f,0.0f, -3.0f,0.0,0.0f, -2.0f,3.0f,-1.0f, -2.0f,2.0f,-1.0f, -1.0f,2.0f,0.0f, -2.0f,3.0f,-1.0f,
-2.0f,3.0f,0.0f, -2.0f,2.0f,0.0f, 2.0f,3.0f,-1.0f, 2.0f,0.0f,-1.0f, 2.0f,0.0f,0.0f, 2.0f,3.0f,-1.0f, 2.0f,3.0f,0.0f, 2.0f,0.0f,0.0f, 2.0f,-2.0f,-1.0f, 2.0f,-3.0f,-1.0f, 2.0f,-3.0f,0.0f, 2.0f,-2.0f,-1.0f,
2.0f,-2.0f,0.0f, 2.0f,-3.0f,0.0f, -3.0f,-1.0f,-1.0f, -3.0f,-2.0f,-1.0f, -3.0f,-2.0f,0.0f, -3.0f,-1.0f,-1.0f, -3.0f,-1.0f,0.0f, -3.0f,-2.0f,0.0f, -5.0f,5.0f,-1.0f, -5.0f,5.0f,0.0f, 5.0f,5.0f,0.0f, -
5.0f,5.0f,-1.0f, 5.0f,5.0f,-1.0f, 5.0f,5.0f,0.0f, -5.0f,4.0f,-1.0f, -5.0f,4.0f,0.0f, -4.0f,4.0f,0.0f, -5.0f,4.0f,-1.0f, -4.0f,4.0f,-1.0f, -4.0f,4.0f,0.0f, 4.0f,4.0f,-1.0f, 4.0f,4.0f,0.0f, 5.0f,4.0f,0.0f,
4.0f,4.0f,-1.0f, 5.0f,4.0f,-1.0f, 5.0f,4.0f,0.0f, 4.0f,-3.0f,-1.0f, 4.0f,-3.0f,0.0f, 5.0f,-3.0f,0.0f, 4.0f,-3.0f,-1.0f, 5.0f,-3.0f,-1.0f, 5.0f,-3.0f,0.0f, -5.0f,-4.0f,-1.0f, -5.0f,-4.0f,0.0f, 4.0f,-
4.0f,0.0f, -5.0f,-4.0f,-1.0f, 4.0f,-4.0f,-1.0f, 4.0f,-4.0f,0.0f, -5.0f,2.0f,-1.0f, -5.0f,2.0f,0.0f, -4.0f,2.0f,0.0f, -5.0f,2.0f,-1.0f, -4.0f,2.0f,-1.0f, -4.0f,2.0f,0.0f, -3.0f,-3.0f,-1.0f,
-3.0f,-3.0f,0.0f, -2.0f,-3.0f,0.0f, -3.0f,-3.0f,-1.0f, -2.0f,-3.0f,-1.0f, -2.0f,-3.0f,0.0f, -1.0f,-3.0f,-1.0f, -1.0f,-3.0f,0.0f, 1.0f,-3.0f,0.0f, -1.0f,-3.0f,-1.0f, 1.0f,-3.0f,-1.0f, 1.0f,-3.0f,0.0f,
0.0f,-1.0f,-1.0f, 0.0f,-1.0f,0.0f, 3.0f,-1.0f,0.0f, 0.0f,-1.0f,-1.0f, 3.0f,-1.0f,0.0f, 3.0f,-1.0f,-1.0f, 0.0f,0.0f,-1.0f, 0.0f,0.0f,0.0f, 1.0f,0.0f,0.0f, 0.0f,0.0f,-1.0f, 1.0f,0.0f,-1.0f,
1.0f,0.0f,0.0f, -1.0f,1.0f,-1.0f, -1.0f,1.0f,0.0f, 1.0f,1.0f,0.0f, -1.0f,1.0f,-1.0f, 1.0f,1.0f,-1.0f, 1.0f,1.0f,0.0f, -3.0f,3.0f,-1.0f, -3.0f,3.0f,0.0f, -2.0f,3.0f,0.0f, -3.0f,3.0f,-1.0f, -2.0f,3.0f,-1.0f, -
2.0f,3.0,0.0f, -2.0f,3.0f,-1.0f, -2.0f,3.0f,0.0f, 1.0f,3.0f,0.0f, -2.0f,3.0f,-1.0f, 1.0f,3.0f,-1.0f, 1.0f,3.0f,0.0f, 2.0f,3.0f,-1.0f, 2.0f,3.0f,0.0f, 3.0f,3.0f,0.0f, 2.0f,3.0f,-1.0f, 3.0f,3.0f,-1.0f,
3.0f,3.0f,0.0f, 2.0f,-2.0f,-1.0f, 2.0f,-2.0f,0.0f, 3.0f,-2.0f,0.0f, 2.0f,-2.0f,-1.0f, 3.0f,-2.0f,-1.0f, 3.0f,-2.0f,0.0f, -3.0f,-1.0f,-1.0f, -3.0f,-1.0f,0.0f, -1.0f,-1.0f,0.0f, -3.0f,-1.0f,-1.0f, -1.0f,-
1.0f,-1.0f, -1.0f,-1.0f,0.0f, -5.0f,4.0f,0.0f, -5.0f,4.0f,-1.0f, 5.0f,4.0f,-1.0f, -5.0f,4.0f,0.0f, 5.0f,4.0f,0.0f, 5.0f,4.0f,-1.0f, -5.0f,3.0f,0.0f, -5.0f,3.0f,-1.0f, -4.0f,3.0f,-1.0f, -5.0f,3.0f,0.0f, -
4.0f,3.0f,0.0f, -4.0f,3.0f,-1.0f, 4.0f,-2.0f,0.0f, 4.0f,-2.0f,-1.0f, 5.0f,-2.0f,-1.0f, 4.0f,-2.0f,0.0f, 5.0f,-2.0f,0.0f, 5.0f,-2.0f,-1.0f, 4.0f,-5.0f,0.0f, 4.0f,-5.0f,-1.0f, 5.0f,-5.0f,-1.0f, 4.0f,-
5.0f,0.0f, 5.0f,-5.0f,0.0f, 5.0f,-5.0f,-1.0f, -5.0f,-5.0f,0.0f, -5.0f,-5.0f,-1.0f, 4.0f,-5.0f,-1.0f, -5.0f,-5.0f,0.0f, 4.0f,-5.0f,0.0f, 4.0f,-5.0f,-1.0f, -5.0f,-4.0f,0.0f, -5.0f,-4.0f,-1.0f, -4.0f,-
4.0f,-1.0f, -5.0f,-4.0f,0.0f, -4.0f,-4.0f,0.0f, -4.0f,-4.0f,-1.0f, -3.0f,-4.0f,0.0f, -3.0f,-4.0f,-1.0f, -2.0f,-4.0f,-1.0f, -3.0f,-4.0f,0.0f, -2.0f,-4.0f,0.0f, -2.0f,-4.0f,-1.0f, -1.0f,-4.0f,0.0f, -
1.0f,-4.0f,-1.0f, 1.0f,-4.0f,-1.0f, -1.0f,-4.0f,0.0f, 1.0f,-4.0f,0.0f, 1.0f,-4.0f,-1.0f, 0.0f,-2.0f,0.0f, 0.0f,-2.0f,-1.0f, 3.0f,-2.0f,-1.0f, 0.0f,-2.0f,0.0f, 3.0f,-2.0f,0.0f, 3.0f,-2.0f,-1.0f, 0.0f,-
1.0f,0.0f, 0.0f,-1.0f,-1.0f, 1.0f,-1.0f,-1.0f, 0.0f,-1.0f,0.0f, 1.0f,-1.0f,0.0f, 1.0f,-1.0f,-1.0f, -1.0f,0.0f,0.0f, -1.0f,0.0f,-1.0f, 1.0f,0.0f,-1.0f, -1.0f,0.0f,0.0f, 1.0f,0.0f,0.0f, 1.0f,0.0f,1.0f, -
3.0f,0.0f,0.0f, -3.0f,0.0f,-1.0f, -2.0f,0.0f,-1.0f, -3.0f,0.0f,0.0f, -2.0f,0.0f,0.0f, -2.0f,0.0,-1.0f, -2.0f,2.0f,0.0f, -2.0f,2.0f,-1.0f, 1.0f,2.0f,-1.0f, -2.0f,2.0f,0.0f, 1.0f,2.0f,0.0f, 1.0f,2.0f,1.0f,
2.0f,0.0f,0.0f, 2.0f,0.0f,-1.0f, 3.0f,0.0f,-1.0f, 2.0f,0.0f,0.0f, 3.0f,0.0f,0.0f, 3.0f,0.0f,-1.0f, 2.0f,-3.0f,0.0f, 2.0f,-3.0f,-1.0f, 3.0f,-3.0f,-1.0f, 2.0f,-3.0f,0.0f, 3.0f,-3.0f,0.0f, 3.0f,-3.0f,-1.0f,
-3.0f,-2.0f,0.0f, -3.0f,-2.0f,-1.0f, -1.0f,-2.0f,-1.0f, -3.0f,-2.0f,0.0f, -1.0f,-2.0f,0.0f, -1.0f,-2.0f,-1.0f };
```

στην οποία περιλαμβάνονται όλες οι συντεταγμένες των παραλληλεπιπέδων που συνθέτουν τον τελικό λαβύρινθο 3Δ. Επιπλέον, στην εντολή **glDrawArrays(GL_TRIANGLES, 0, 576)**, καθορίσαμε τις 576 κορυφές των συγκεκριμένων τριγώνων (αρχικά, το τρίτο όρισμα της συνάρτησης είχε διαφορετική τιμή).

Πιο αναλυτικά, ο τρόπος εύρεσης των συντεταγμένων, έγινε σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα:



Για το ερώτημα (iii):

Στο παρόν ερώτημα, μας ζητήθηκε να σχεδιάσουμε τον χαρακτήρα Α, όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 1 της εκφώνησης (3Δ απεικόνιση). Ο χαρακτήρας πρέπει να έχει συγκεκριμένες διαστάσεις και να απεικονίζεται στο κέντρο του τετραγώνου όπου βρίσκεται. Πιο συγκεκριμένα, έγιναν οι εξής αλλαγές:

Στο αρχείο **Source-1B.cpp**, υλοποιήσαμε τις εντολές

```
float x = -4.75f;
float y = 2.7f;
float z = -0.25f;
```

```
GLfloat character_vertices[] = {
      x,y,z,     x,y - 0.5f,z,      x + 0.5f,y - 0.5f,z,   x,y,z,     x + 0.5f,y,z,      x + 0.5f,y - 0.5f,z,
      x,y,z - 0.5f,      x,y - 0.5f,z - 0.5f,   x + 0.5f,y - 0.5f,z - 0.5f, x,y,z - 0.5f,      x + 0.5f,y,z - 0.5f,   x + 0.5f,y - 0.5f,z - 0.5f,
      x + 0.5f,y,z,      x + 0.5f,y - 0.5f,z,       x + 0.5f,y - 0.5f,z - 0.5f, x + 0.5f,y,z,  x + 0.5f,y,z - 0.5f,   x + 0.5f,y - 0.5f,z - 0.5f,
      x,y,z,     x,y - 0.5f,z,      x,y - 0.5f,z - 0.5f,   x,y,z,     x,y,z - 0.5f,      x,y - 0.5f,z - 0.5f,
      x,y,z,     x,y,z - 0.5f,  x + 0.5f,y,z - 0.5f,   x,y,z,     x + 0.5f,y,z,  x + 0.5f,y,z - 0.5f,
      x,y - 0.5f,z,      x,y - 0.5f,z - 0.5f,   x + 0.5f,y - 0.5f,z - 0.5f,    x,y - 0.5f,z,      x + 0.5f,y - 0.5f,z,       x + 0.5f,y - 0.5f,z -
0.5f
  };
```

```
GLuint vertexbuffer2; glGenBuffers(1, &vertexbuffer2);

glBindBuffer(GL_ARRAY_BUFFER, vertexbuffer2);

glBufferData(GL_ARRAY_BUFFER, sizeof(character_vertices),
character_vertices, GL_STATIC_DRAW);
```

```
glEnableVertexAttribArray(0);

glBindBuffer(GL_ARRAY_BUFFER, vertexbuffer2);

glVertexAttribPointer( 0, // attribute 0, must match the layout in the shader. 2, // size GL_FLOAT, // type GL_FALSE, //
normalized? 0, // stride (void*)0 // array buffer offset );

glDrawArrays(GL_TRIANGLES, 0, 6);
```

σύμφωνα με τις οποίες, αρχικοποιήσαμε τις συντεταγμένες x y και z (πρώτο κελί του παραπάνω πίνακα), ώστε να δημιουργήσουμε τις συντεταγμένες του 3Δ χαρακτήρα Α (δεύτερο κελί του παραπάνω πίνακα). Στην συνέχεια, όπως και στο προηγούμενο ερώτημα, δημιουργήσαμε VAOs και VBOs (τρίτο κελί του παραπάνω πίνακα) και τα τυπώσαμε στο παράθυρο (τέταρτο κελί του παραπάνω πίνακα). Τέλος, το χρώμα του 3Δ χαρακτήρα Α, προήλθε από έναν πίνακα **GLfloat colorChar[]** που δημιουργήσαμε, και αρχικοποιήθηκε σε κίτρινο. Για να επιτύχουμε το συγκεκριμένο χρώμα, υλοποιήσαμε τις ακόλουθες εντολές:

```
GLfloat r2 = 1.0f;

GLfloat g2 = 1.0f;

GLfloat b2 = 0.0f;

static const GLfloat colorChar[] = {

  r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a,

  r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a,

  r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a,

  r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a,

  r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a,

  r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a, r2,  g2,  b2,a

};
```

Για το ερώτημα (iv):

Στο παρόν ερώτημα, μας ζητήθηκε να τοποθετήσουμε την κάμερα σε ένα συγκεκριμένο σημείο. Πιο συγκεκριμένα, έγιναν οι εξής αλλαγές:

Στο αρχείο **Source-1B.cpp**, εντοπίσαμε τις εντολές

```
glm::mat4 View = glm::lookAt(
    glm::vec3(0.0f, 0.0f, 20.0f),
    glm::vec3(0.0f, 0.0f, 0.25f),
    glm::vec3(0.0f, 1.0f, 0.0f));
```

σύμφωνα με τις οποίες, η κάμερα τοποθετήθηκε στο σημείο **(0.0f, 0.0f, 20.0f)**, ώστε να κοιτάει προς το σημείο **(0.0f, 0.0f, 0.25f)**, με ανιόν **(0.0f, 1.0f, 0.0f)**.

Για το ερώτημα (v):

Στο παρόν ερώτημα, μας ζητήθηκε να υλοποιήσουμε τις κινήσεις για τον 3Δ χαρακτήρα Α, τις αναφέρεται στην εκφώνηση. Ο χαρακτήρας θα πρέπει να μπορεί να μετακινείται μέσα στον λαβύρινθο (με κάποιες παραπάνω λειτουργίες), με περιορισμούς τα τοιχώματα και με την πίεση συγκεκριμένων πλήκτρων. Πιο συγκεκριμένα, έγιναν οι εξής αλλαγές:

Στο αρχείο **Source-1B.cpp**, υλοποιήσαμε τις εντολές

βλ. σειρές κώδικα 180-390

σύμφωνα με τις οποίες, η συνάρτηση **moveChar()** που παρέχεται υλοποιεί την κίνηση ενός χαρακτήρα σε ένα 3Δ περιβάλλον, χρησιμοποιώντας τα πλήκτρα για την κίνηση προς τα δεξιά, αριστερά, πάνω και κάτω, και ενημερώνει τις συντεταγμένες του χαρακτήρα. Αρχικά, ορίζουμε τις θέσεις εκκίνησης και τερματισμού του χαρακτήρα στο πεδίο με τις μεταβλητές **start_x**, **start_y**, **end_x**, και **end_y**. Στη συνέχεια, ελέγχουμε για την πίεση των πλήκτρων κίνησης (L, J, K, I) μέσω της συνάρτησης **glfwGetKey()**. Αν το πλήκτρο έχει πιεστεί, ενημερώνουμε τη θέση του χαρακτήρα, αυξάνοντας ή μειώνοντας τις τιμές των συντεταγμένων x, y, και z. Ειδικότερα, ελέγχουμε αν ο χαρακτήρας βρίσκεται στην αρχική ή τερματική θέση, και αν ναι, επιστρέφουμε στην αντίθετη θέση, ενώ για την κίνηση προς τα αριστερά ελέγχουμε επιπλέον αν το x είναι μεγαλύτερο από την ελάχιστη επιτρεπόμενη τιμή. Όταν ο χαρακτήρας επιχειρεί να μετακινηθεί σε μια θέση που δεν είναι τοίχος (ελέγχοντας μέσω της συνάρτησης **isWall()**), ανανεώνουμε τις τιμές των συντεταγμένων του χαρακτήρα. Στη συνέχεια, τα δεδομένα των συντεταγμένων αποθηκεύονται στον πίνακα **character_vertices[]** για να αναπαριστούν την 3Δ θέση του χαρακτήρα. Η συνάρτηση **glBindBuffer()** και **glBufferData()** χρησιμοποιούνται για να ενημερώσουν τον buffer με τις νέες θέσεις του χαρακτήρα, ώστε να εμφανιστεί στην οθόνη. Όλα αυτά τα βήματα πραγματοποιούνται σε κάθε κύκλο του βρόχου render, όπου ο χαρακτήρας κινείται και ενημερώνεται ανάλογα με τα πλήκτρα που πιέζονται.

2.2 Υλοποίηση του ερωτήματος (vi)

Για το ερώτημα (vi):

Στο παρόν ερώτημα, μας ζητήθηκε να υλοποιήσουμε μία κάμερα η οποία θα ελέγχεται μόνο με τα πλήκτρα του πληκτρολογίου. Πιο συγκεκριμένα, έγιναν οι εξής αλλαγές:

Στο αρχείο **Source-1B.cpp**, υλοποιήσαμε τις εντολές

βλ. σειρές κώδικα 76-192

σύμφωνα με τις οποίες, στην **camera_function()**, η οποία διαχειρίζεται την κίνηση και την περιστροφή της κάμερας μέσω των πλήκτρων, υλοποιούνται βασικοί έλεγχοι για περιστροφή γύρω από τους άξονες x και y, καθώς και για zoom in και zoom out. Αρχικά, τέσσερις boolean μεταβλητές (flags) παρακολουθούν αν έχουν πατηθεί τα πλήκτρα περιστροφής γύρω από τον άξονα x (W και X) ή y (Q και Z), καθώς και τα πλήκτρα ζουμ (+ και -). Όταν ένα αντίστοιχο πλήκτρο πιεστεί, η μεταβλητή **pitch** ή **yaw** ενημερώνεται για να επιτρέψει την περιστροφή, ενώ τα flags τίθενται σε **true** για να αποτραπεί η συνεχής αλλαγή της τιμής αν το πλήκτρο παραμείνει πατημένο. Μόλις το πλήκτρο απελευθερωθεί, το flag επιστρέφει σε **false**, επιτρέποντας την εκ νέου ενεργοποίηση του ελέγχου της κίνησης. Επιπλέον, οι έλεγχοι για ζουμ διαχειρίζονται την απόσταση της κάμερας από τη σκηνή. Αν πιεστεί το πλήκτρο ζουμ in (+), η απόσταση της κάμερας μειώνεται κατά 0.1 μονάδες, με όριο το 1.0 για αποφυγή υπερβολικού ζουμ. Αντίστοιχα, το ζουμ out (-) αυξάνει την απόσταση μέχρι όριο 20.0 μονάδων. Στη συνέχεια, υπολογίζονται οι νέες συντεταγμένες της κάμερας (**cameraX**, **cameraY**, **cameraZ**) με βάση την απόσταση (**cameraDistance**), τη γωνία **yaw** (περιστροφή γύρω από τον άξονα y) και τη γωνία **pitch** (περιστροφή γύρω από τον άξονα x). Με χρήση τριγωνομετρικών σχέσεων και της συνάρτησης **glm::lookAt()**, δημιουργείται το νέο **view matrix**, το οποίο ορίζει τη θέση της κάμερας, τον στόχο που κοιτάζει (το κέντρο του λαβύρινθου) και τον άξονα **up** (y-άξονα). Αυτή η ρύθμιση επιτρέπει την κίνηση και τον χειρισμό της κάμερας με περιστροφή και προσαρμογή της απόστασης. Επιπλέον, η αρχική ρύθμιση **static bool initialized = false;** εξασφαλίζει ότι η κάμερα ξεκινά με προκαθορισμένες τιμές για άμεση εμφάνιση του λαβύρινθου πριν από την πρώτη κίνηση. Τέλος, στην **camera_function()** η συνάρτηση καλείται στη γραμμή 819, ενώ στις γραμμές 820-823 υπολογίζεται το **MVP** matrix, όπως αναφέρθηκε στο παράδειγμα της κάμερας στο εργαστήριο.

Αναφορές

- Ενδεικτικά video από την ιστοσελίδα του μαθήματος στο e-course (Βασιλική Σταμάτη).
- Wikibooks/OpenGL Colors