

Εργασία Εξαμήνου

1. Στόχος

Στα πλαίσια της συγκεκριμένης εργασίας, θα υλοποιηθεί μια απλή ιστοσελίδα που θα φιλοξενεί μια τρισδιάστατη σκηνή γραφικών και θα προσφέρει δυνατότητες αλληλεπίδρασης με το χρήστη. Για την υλοποίησή της θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί η πλατφόρμα WebGL/Javascript και το τελικό αποτέλεσμα θα πρέπει να είναι πλήρως λειτουργικό στο Mozilla Firefox που αφ'ενός προσφέρει εγγενή συμβατότητα με τις δυνατότητες της WebGL που απαιτούνται και αφ'ετέρου είναι διαθέσιμος στο (φυσικό) εργαστήριο. Για την επεξεργασία πινάκων στον κώδικα, εφόσον είναι επιθυμητές συναρτήσεις βιβλιοθήκης, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί η βιβλιοθήκη glmatrix (ver.2.0 ή επόμενη) που χρησιμοποιήθηκε και στο εργαστήριο.

2. Οργάνωση

- 2.1 Η εργασία θα υλοποιηθεί από ομάδες 2 ατόμων που θα δηλωθούν κατά την ανάθεσή της. Μονομελείς ομάδες είναι αποδεκτές αλλά καλό θα ήταν να αποφευχθούν λόγω του φόρτου της εργασίας που προβλέπει 2 άτομα.
- 2.2 Η προθεσμία για την παράδοση της εργασίας είναι το τέλος της ημέρας εξέτασης του μαθήματος στην εξεταστική Ιουνίου 2025.
- 2.3 Τα παραδοτέα θα υποβληθούν μόνο στο e-class ως ένα αρχείο της μορφής `erwnymo1_am1_erwnymo2_am2.rar` ή `.zip` και θα πρέπει να περιλαμβάνουν:
 - Τις τέσσερις εκδόσεις της σκηνής με όλα τα απαραίτητα αρχεία προκειμένου να είναι άμεσα εκτελέσιμες (βιβλιοθήκες, εικόνες υψής, αρχεία κώδικα).
 - Μια μικρή τεκμηρίωση 1-2 σελίδων για τυχούσες παραδοχές που έγιναν, δυσκολίες στην υλοποίηση, λύσεις που υιοθετήθηκαν κλπ. όπου θα εμφανίζονται τα πλήρη ονοματεπώνυμα των μελών της ομάδας και οι ΑΜ.
- 2.4 Για όσους ακολουθούν πρόγραμμα σπουδών Πανεπιστημίου, ο τελικός βαθμός του μαθήματος προκύπτει κατά 50% από την εξέταση θεωρίας, κατά 25% από την εξέταση εργαστηρίου και κατά 25% από το βαθμό της εργασίας. Για την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος σε πρόγραμμα σπουδών Πανεπιστημίου, πρέπει ο τελικός βαθμός να προκύπτει ≥ 5 **και** ο βαθμός εξέτασης θεωρίας να είναι ≥ 5 **και** ο βαθμός εξέτασης εργαστηρίου να είναι ≥ 5 . Ο βαθμός της εργασίας δεν είναι απαραίτητο να είναι ≥ 5 (μπορεί να είναι και 0 ή αυτή να μην παραδοθεί οπότε προσμετράται ως 0 στο συνολικό βαθμό).

Για όσους ακολουθούν πρόγραμμα σπουδών Τ.Ε.Ι., η εργασία συμμετέχει μόνο στο βαθμό Εργαστηρίου, του οποίου ο τελικός βαθμός προκύπτει κατά 50% από το βαθμό εξέτασης του εργαστηρίου και κατά 50% από το βαθμό της εργασίας. Για την επιτυχή ολοκλήρωση του Εργαστηρίου του μαθήματος, σε πρόγραμμα σπουδών Τ.Ε.Ι., ο τελικός βαθμός Εργαστηρίου πρέπει να είναι ≥ 5 **και** ο βαθμός εξέτασης εργαστηρίου να είναι ≥ 5 . Ο βαθμός της εργασίας δεν είναι απαραίτητο να είναι ≥ 5 (μπορεί να είναι 0 ή μην παραδοθεί οπότε προσμετράται ως 0 στο συνολικό βαθμό Εργαστηρίου για πρόγραμμα σπουδών Τ.Ε.Ι.).

2.5 Για την υλοποίηση της εργασίας μπορούν να αξιοποιηθούν ΜΟΝΟ οι βιβλιοθήκες που χρησιμοποιήθηκαν και στο εργαστήριο και είναι διαθέσιμες και μέσω e-class:

- `webgl-debug.js` για μηνύματα αποσφαλμάτωσης WebGL,
- `gl-matrix-min.js` για δημιουργία και διαχείριση πινάκων και μετασχηματισμών.

Όλα τα παρακάτω ζητούμενα βασίζονται σε *σχετικές υλοποιημένες λειτουργίες των εργαστηριακών ασκήσεων* που είδαμε. Υπό αυτό το πρίσμα και ως ελάχιστη και μόνο μερική ένδειξη συγγραφής του κώδικα χωρίς αυτοματοποιημένη παρέμβαση, *ανάλογες λειτουργίες του κώδικά σας ζητείται να είναι υλοποιημένες με παρόμοιο τρόπο, με αντίστοιχα ονόματα συναρτήσεων και μεταβλητών.*

3. Αντικείμενο

Βήμα 1 (5%). Χρησιμοποιήστε μια σκιάρα απόχρωση του γκρι για το χρώμα του φόντου και σχεδιάστε έναν κύβο ακμής 1 έτσι ώστε να βρίσκεται ακριβώς στο κέντρο της σκηνής, με άλλα λόγια το κέντρο του να είναι στο $(0,0,0)$ και οι πλευρές του να είναι παράλληλες με τους άξονες x,y,z . Δώστε σε κάθε όψη του κύβου ένα διαφορετικό χρώμα, συμπαγές για κάθε πλευρά. Χρησιμοποιήστε όποια πολιτική προτιμάτε για τον ορισμό των τριγώνων του αντικειμένου. *Υπόδειξη: Για κάθε όψη του κύβου, χρησιμοποιήστε διαφορετικές κορυφές για τα τρίγωνα που τη συνθέτουν, ακόμα κι αν πρόκειται για τις ίδιες, γεωμετρικά, κορυφές μεταξύ διαφορετικών όψεων. Αυτό θα σας διευκολύνει να δώσετε διαφορετικό ομοιόμορφο χρώμα σε κάθε όψη.*

Βήμα 2 (5%). Τοποθετήστε την κάμερα στη θέση $(8,8,8)$, με κατεύθυνση προς το κέντρο της σκηνής και προσανατολισμό προς τα επάνω ομόρροπο με τον άξονα z . Ορίστε την προοπτική με γωνία θέασης 60 μοιρών, αναλογία διαστάσεων 1, κοντινό κατώφλι ορατότητας 0.001 και μακρινό κατώφλι ορατότητας 8000.

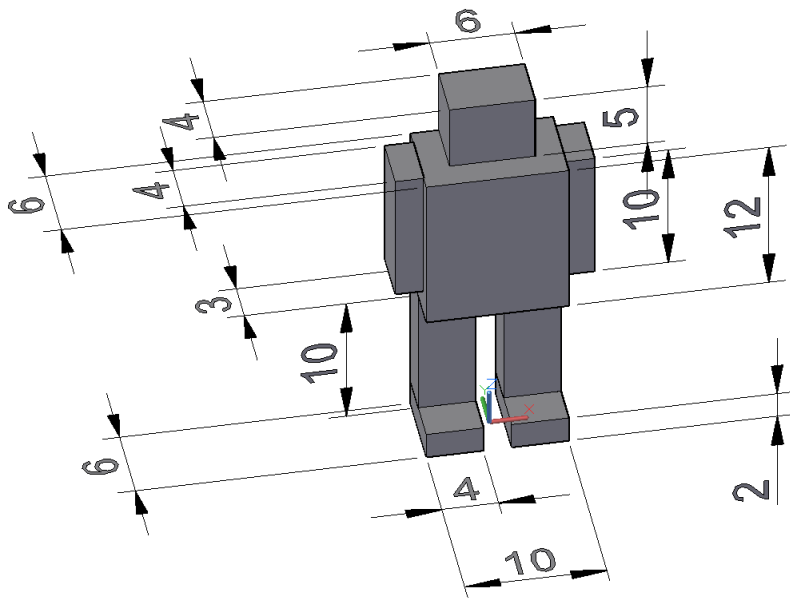
Βήμα 3 (5%). Α. Προσθέστε ένα text box για εισαγωγή της γωνίας θέασης (σε μοίρες) `viewAngle`. Β. Προσθέστε ένα text box για εισαγωγή της ορθογώνιας απόστασης (κοινή για όλους τους άξονες) της κάμερας από την αρχή των αξόνων `camOrthoDistance`. Γ. Προσθέστε μια ομάδα radio buttons για προκαθορισμένες επιλογές για τη θέση της κάμερας σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα (πρακτικά το left-right αναφέρεται στον $x'x$, το front-back στον $y'y$ και το bottom-top στον $z'z$ – το "έδαφος" όπως και στο εργαστήριο θα θεωρήσουμε ότι είναι το επίπεδο xy):

Λεκτικό	Συντεταγμένες θέσης κάμερας που αντιστοιχούν στο λεκτικό, ως (x,y,z)
Left-Front-Top	$(-camOrthoDistance, -camOrthoDistance, camOrthoDistance)$
Left-Front-Bottom	$(-camOrthoDistance, -camOrthoDistance, -camOrthoDistance)$
Left-Back-Top	$(-camOrthoDistance, camOrthoDistance, camOrthoDistance)$
Left-Back-Bottom	$(-camOrthoDistance, camOrthoDistance, -camOrthoDistance)$
Right-Front-Top	$(camOrthoDistance, -camOrthoDistance, camOrthoDistance)$
Right-Front-Bottom	$(camOrthoDistance, -camOrthoDistance, -camOrthoDistance)$
Right-Back-Top	$(camOrthoDistance, camOrthoDistance, camOrthoDistance)$
Right-Back-Bottom	$(camOrthoDistance, camOrthoDistance, -camOrthoDistance)$

Βήμα 4 (5%). Προσθέστε ένα button για επανασχεδίαση λαμβάνοντας υπ'όψη τα περιεχόμενα των text boxes και radio buttons και χρησιμοποιώντας κάποιο πολλαπλάσιο (π.χ. το δεκαπλάσιο) του camOrthoDistance ως παραμετρικό μακρινό κατώφλι ορατότητας (από αυτό το βήμα έως και το Βήμα 7) για την προοπτική.

Στο σημείο αυτό αποθηκεύστε την πρώτη έκδοση της σκηνής (έως και το Βήμα 4).

Βήμα 5 (15%). Χρησιμοποιώντας μετασχηματισμούς κλιμάκωσης (scale) και μετακίνησης (translate) στον κύβο και επανασχεδιάζοντας κάθε εκδοχή του μετά τους μετασχηματισμούς (παρόμοια με τον τρόπο που το κάναμε στο εργαστήριο για τις πυραμίδες, χωρίς να είναι απαραίτητο να χρησιμοποιήσετε loop), σχεδιάστε το ρομπότ του σχήματος. Τοποθετήστε το ώστε το 0,0,0 να βρίσκεται στο κέντρο της βάσης του όπως ορίζεται από τις πατούσες του (το ρομπότ "πατάει" στο επίπεδο xy και το ύψος του είναι προς τη θετική φορά του z). Χρησιμοποιήστε αποχρώσεις του κόκκινου για τον κορμό και τις πατούσες, και αποχρώσεις του κίτρινου για τα χέρια, τα πόδια και το κεφάλι.



Βήμα 6 (5%). Προσθέστε μια animated σπειροειδή περιφορά της κάμερας παρόμοια με αυτήν που είδαμε στο εργαστήριο: η κάμερα περιστρέφεται γύρω από τη σκηνή "κοιτάζοντας" πάντα προς το κέντρο της – χρησιμοποιήστε σε αυτό το βήμα το camOrthoDistance (που δίνει ο χρήστης στο textbox) σαν ακτίνα περιστροφής. Προσθέστε δύο buttons για την εκκίνησή και την παύση του animation. Δεν είναι απαραίτητο να καθορίζει ο χρήστης τα βήματα γωνίας περιστροφής και ύψους, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε σταθερές τιμές αν θέλετε.

Στο σημείο αυτό αποθηκεύστε τη δεύτερη έκδοση της σκηνής (έως και το Βήμα 6).

Βήμα 7 (10%). Χρησιμοποιείτε υφή αντί για χρώμα στα αντικείμενα: μετάλλου για τα υπόλοιπα μέρη του ρομπότ και μία εικόνα για το κεφάλι του. Η εικόνα υφής του κεφαλιού θα πρέπει να περιλαμβάνει διαφοροποιημένα χαρακτηριστικά για τουλάχιστον 3 όψεις του κύβου του κεφαλιού, π.χ. (τουλάχιστον) μάτια στο «πρόσωπο» και (τουλάχιστον) αυτιά στις πλαϊνές όψεις, που θα είναι σωστά τοποθετημένα στις αντίστοιχες όψεις.

Βήμα 8 (10%). Προσθέστε ένα skybox, δηλαδή έναν κύβο που περιβάλλει όλη τη σκηνή και έχει υφή ουρανού με ακμή 2000 και ένα πάτωμα διαστάσεων 60x60 με τα ονόματα και

τους ΑΜ των μελών της ομάδας (*χρησιμοποιήστε μία εικόνα που περιλαμβάνει αυτές τις πληροφορίες, σαν υφή*).

Στο σημείο αυτό αποθηκεύστε την τρίτη έκδοση της σκηνής (έως και το Βήμα 8).

Βήμα 9 (10%). Ελέγξτε το animation μέσω του ποντικιού, με τρόπο παρόμοιο με την αντίστοιχη άσκηση του εργαστηρίου (εκτός της ροδέλας, θα χρησιμοποιηθεί αργότερα): κίνηση δεξιά-αριστερά με πατημένο κουμπί ποντικιού ελέγχει την περιστροφή της κάμερας ενώ κίνηση πάνω-κάτω με πατημένο κουμπί ποντικιού ελέγχει το ύψος της κάμερας.

Βήμα 10 (10%). Προσθέστε μια ομάδα radio buttons με τις επιλογές:

- Δεξί χέρι
- Αριστερό χέρι
- Κεφάλι
- Δεξί πόδι
- Αριστερό πόδι

Ανάλογα με την επιλογή, η περιστροφή της ροδέλας του ποντικιού προκαλεί ανέβασμα/κατέβασμα του δεξιού ή του αριστερού χεριού (σύνολο κίνησης 180 μοίρες, από κατακόρυφα κάτω έως κατακόρυφα επάνω), ή στροφή πάνω/κάτω του κεφαλιού (σύνολο κίνησης 90 μοίρες, από εντελώς όρθιο έως εντελώς σκυμμένο) ή ανέβασμα/κατέβασμα του δεξιού ή αριστερού ποδιού συνολικά (πόδι και πατούσα μαζί) (σύνολο κίνησης 90 μοίρες, από κατακόρυφα κάτω έως οριζόντια μπροστά). Χρησιμοποιήστε σαν άξονες περιστροφής για τις κινήσεις αυτούς που φαίνονται στο παρακάτω σχήμα και στα στιγμιότυπα.

Ο έλεγχος των κινήσεων με τη ροδέλα θα πρέπει να λειτουργεί είτε τρέχει το animation είτε είναι σταματημένο. Αυτό σημαίνει ότι αν δεν περιστραφεί η ροδέλα δε θα γίνεται η επιλεγμένη κίνηση ανεξάρτητα από την αυτόματη ή μη κίνηση της κάμερας.

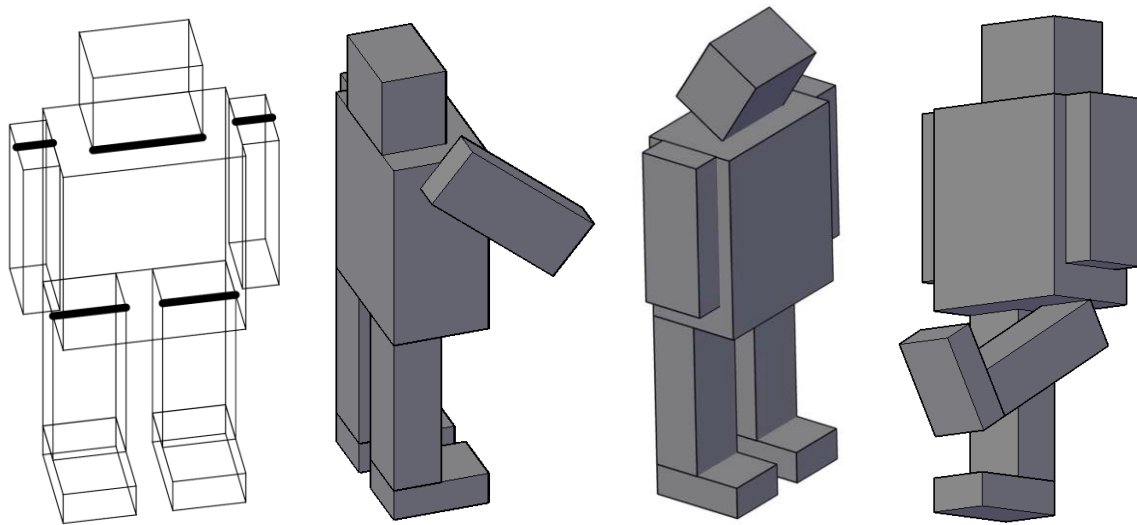
Βήμα 11 (10%). Επεκτείνετε την ομάδα radio buttons με τις επιλογές

- Παρέλαση
- Robot Metal

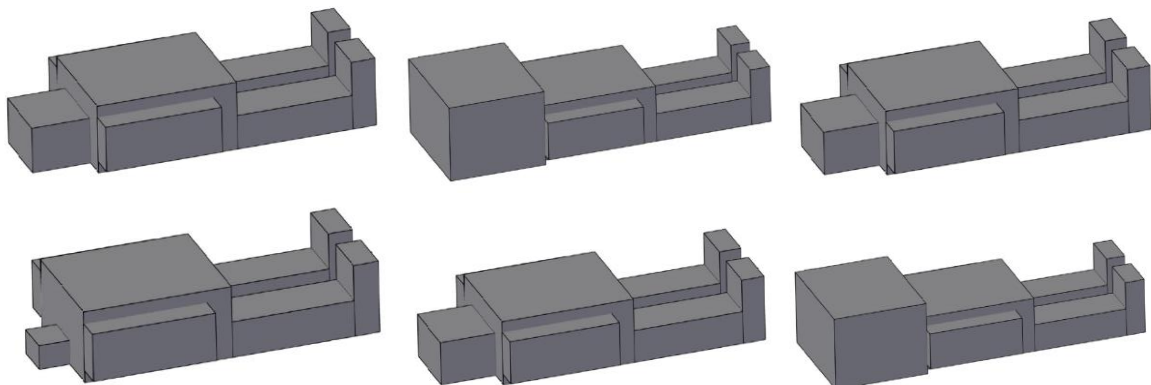
Η επιλογή "Παρέλαση" προκαλεί animated ενεργοποίηση των κινήσεων του προηγούμενου βήματος σε συνδυασμούς "Δεξί χέρι – αριστερό πόδι" και "Αριστερό χέρι – δεξί πόδι" εναλλάξ και συνεχόμενα, σε όλο τους το εύρος κάθε φορά.

Η επιλογή "Robot Metal" προκαλεί ανέβασμα σε σταθερή γωνία 45 μοίρες του αριστερού χεριού, περιστροφή 360 μοίρες του δεξιού χεριού και ανεβοκατέβασμα του κεφαλιού, κατά 90 μοίρες, από την εντελώς όρθια θέση στην σκυμμένη. Κάθε περιστροφή του δεξιού χεριού κατά 360 μοίρες θα πρέπει να είναι συγχρονισμένη με ένα ανεβοκατέβασμα του κεφαλιού (90 μοίρες προς τα κάτω + 90 μοίρες προς τα επάνω).

Αντίθετα με τις κινήσεις του προηγούμενου βήματος, η εξέλιξη της ακολουθίας αυτών των δύο κινήσεων θα πρέπει να είναι αυτόματη όσο είναι ενεργοποιημένο το animation, δηλαδή όσο η κάμερα θα περιστρέφεται αυτόματα, το ρομπότ θα περπατάει επιτόπου ή θα ροκάρει χωρίς να επηρεάζεται από τη ροδέλα. Αν το animation σταματήσει, η εξέλιξη της ακολουθίας αυτών των δύο κινήσεων θα ελέγχεται με τη ροδέλα όπως και για τις κινήσεις του προηγούμενου βήματος. Πιθανή χειροκίνητη κίνηση της κάμερας (μέσω κινήσεων του ποντικιού) οποιαδήποτε στιγμή δε θα πρέπει να προκαλεί εξέλιξη σε αυτές τις δύο κινήσεις παρά μόνο μέσω της ροδέλας.



Βήμα 12 (10%). Προσθέστε ένα easter egg στο ερώτημα 11: μετά από 5 κύκλους περιστροφής χεριού/ανεβοκατεβάσματος κεφαλιού, το ρομπότ να πέφτει ολόκληρο προς τα πίσω με άξονα τις φτέρνες του και το κεφάλι του αρχίζει να φουσιώνει (μέχρι διπλάσιο) και να ξεφουσιώνει (μέχρι μισό) προς όλες τις κατευθύνσεις αλλά χωρίς να μπαίνει στο σώμα του. Για τον έλεγχο με τη ροδέλα ισχύει ότι και στο βήμα 11, δηλαδή η κίνηση γίνεται αυτόματα όσο τρέχει το animation και μέσω ροδέλας όταν είναι σταματημένο ή γίνεται χειροκίνητος έλεγχος της κάμερας.



Κ.Ο.Κ.

Ο έλεγχος της κάμερας με το ποντίκι, στα Βήματα 9, 10, 11, 12 θα πρέπει να λειτουργεί και με σταματημένο το animation.

Στο σημείο αυτό αποθηκεύστε την τελική έκδοση της σκηνής (έως και το Βήμα 12).