

ΕCE433: ΓΡΑΦΙΚΑ ΗΥ

Χειμερινό Εξάμηνο 2021-2022

Εργασία 2:

Αποκοπή Γραμμών και Πολυγώνων σε 2Δ – 3Δ χώρους.

Χρωματικά μοντέλα – Μοντέλα φωτισμού.

Κίνηση με κάμερα μέσα σε 3Δ χώρο.

(Ημερομηνία Παράδοσης: Δευτέρα 14.02.2022, 25.02.2022, 23:59)

Γενικές Οδηγίες:

Ακολουθήστε το πρότυπο κείμενο (template.docx) καθώς και αυτό αποτελεί μέρος στο βαθμό σας.

Γράψτε καθαρά τα ονοματεπώνυμά σας και τα ΑΕΜ σας στην πρώτη σελίδα.

Στις θεωρητικές ασκήσεις γράψτε αναλυτικά τις απαντήσεις σας και τις πηγές από όπου τις αντλήσατε.

Στις προγραμματιστικές, εξηγήστε τον αλγόριθμο που προγραμματίσατε και παρουσιάστε αναλυτικά τα πειραματικά αποτελέσματα των προγραμμάτων σας.

Περιγράψτε την υλοποίησή σας αλλά και το μηχανήμα στο οποίο δουλέψατε (χαρακτηριστικά υλικού, OS, compiler κλπ.).

Προγραμματίστε σε C και σε περιβάλλον Linux, χρησιμοποιείτε Makefile για compile/link/execution των προγραμμάτων σας.

Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας, και παρουσιάστε τα αποτελέσματα με εικόνες από screenshots.

Γενικά το κείμενο σας πρέπει να είναι καλογραμμένο και ευανάγνωστο ενώ θα πρέπει να δικαιολογείτε ΠΛΗΡΩΣ τα βήματα που ακολουθήσατε, και να σχολιάζετε τα αποτελέσματα από κάθε άσκηση. (20 μον)

Παραδώστε την εργασία σας μέσω eclass σε ένα zip αρχείο (**hw2_AEM1_AEM2_AEM3.zip**), το οποίο θα περιέχει το κείμενο με τις λύσεις/αποτελέσματα και σχόλια σας, τον κώδικά σας (.c, .h αρχεία και το Makefile σας).

Σημειώνεται ότι οι ομάδες δεν αλλάζουν στη διάρκεια του εξαμήνου.

Άσκηση 1. (15)

Γράψτε αναλυτικά σε ψευδοκώδικα τον δισδιάστατο αλγόριθμο αποκοπής ευθυγράμμων τμημάτων Liang – Barsky.

Άσκηση 2. (15)

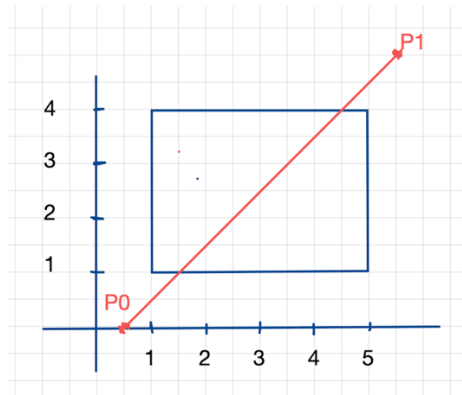
Γράψτε αναλυτικά σε ψευδοκώδικα τον δισδιάστατο αλγόριθμο αποκοπής ευθυγράμμων τμημάτων Cohen – Sutherland.

Άσκηση 3 (25)

Εφαρμόστε τον αλγόριθμο Cohen-Sutherland για να πραγματοποιήσετε αποκοπή ευθύγραμμου τμήματος στο παράδειγμα του σχήματος 1. Καταγράψτε αναλυτικά τα βήματα και όλες τις ενδιάμεσες βοηθητικές μεταβλητές/ποσότητες.

Άσκηση 4 (25)

Εφαρμόστε τον αλγόριθμο Liang-Barsky για να πραγματοποιήσετε αποκοπή ευθύγραμμου τμήματος στο παράδειγμα του σχήματος 1. Καταγράψτε αναλυτικά τα βήματα και όλες τις ενδιάμεσες βοηθητικές μεταβλητές/ποσότητες.



Σχήμα 1. Πραγματοποιήστε αποκοπή ευθυγράμμου τμήματος $\overline{P_0 P_1}$ ως προς το (μπλε) παράθυρο αποκοπής του σχήματος.

Άσκηση 5. (30)

Τροποποιήστε τον δισδιάστατο αλγόριθμο αποκοπής ευθυγράμμων τμημάτων Cohen – Sutherland ώστε να αποκόπτει ευθύγραμμα τμήματα στον 3D χώρο σε σχέση με τον όγκο θέασης που ορίζεται από τα επίπεδα αποκοπής $x=x_{\min}$, $x=x_{\max}$, $y=y_{\min}$, $y=y_{\max}$, $z=z_{\min}$ και $z=z_{\max}$. Γράψτε τον νέο αλγόριθμο σε μορφή ψευδοκώδικα.

Άσκηση 6. (100)

Να αναπτυχθεί πρόγραμμα που να υλοποιεί τον αλγόριθμο αποκοπής πολυγώνων Sutherland – Hodgman ως προς ένα ορθογώνιο παράθυρο σε περιβάλλον OpenGL/GLUT.

Απαιτήσεις. Θα γράψετε ένα πρόγραμμα το οποίο:

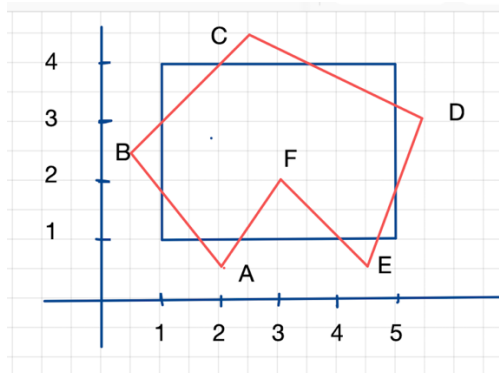
- Επιτρέπει στο χρήστη να εισάγει τις κορυφές ενός τυχαίου κυρτού πολυγώνου πατώντας το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού.
- Επιτρέπει στο χρήστη να ορίσει ένα ορθογώνιο παραλληλόγραμμο αποκοπής με πάτημα και σύρσιμο του αριστερού πλήκτρου. Το σημείο στο οποίο πατάει το πλήκτρο θα είναι η μία κορυφή του ορθογωνίου και εκεί όπου ελευθερώνεται θα είναι η άλλη. Η περιοχή αποκοπής θα χρωματίζεται καθώς ο χρήστης θα σέρνει το αριστερό πλήκτρο, με χρώμα διαφορετικό από το χρώμα του πολυγώνου, το οποίο θα εξακολουθεί να φαίνεται ολόκληρο. Η μετάβαση από την κατάσταση εισαγωγής πολυγώνου στην κατάσταση εισαγωγής παραλληλόγραμμου αποκοπής θα γίνεται πατώντας το πλήκτρο F1.
- Επιτρέπει στο χρήστη να αλλάζει το ορθογώνιο αποκοπής όσες φορές επιθυμεί.
- Η αποκοπή του πολυγώνου θα ενεργοποιείται πατώντας το πλήκτρο C ή c, υλοποιώντας τον αλγόριθμο των Sutherland – Hodgman.
- Δίνει τη δυνατότητα καθαρισμού της οθόνης με το δεξί πλήκτρο του ποντικιού.
- Δίνει τη δυνατότητα για εμφάνιση - απόκρυψη του ορθογωνίου αποκοπής πατώντας το space bar.

Τεκμηρίωση. Στο κείμενο της εργασίας σας να γίνει σύντομη περιγραφή της δομής του προγράμματος, ποιες δυσκολίες συναντήσατε και ποια λάθη εμφανίστηκαν. Επιπλέον, είναι επιθυμητή η αναφορά του χρόνου που χρειαστήκατε για να ολοκληρώσετε την εργασία, ποιο τμήμα ήταν το δυσκολότερο και ποιο το ευκολότερο.

Η OpenGL και το GLUT περιέχουν συναρτήσεις που πραγματοποιούν αποκοπή πολυγώνων, αλλά **δεν** πρέπει να χρησιμοποιηθούν στην εργασία σας.

Άσκηση 7 (25)

Εφαρμόστε τον αλγόριθμο Sutherland-Hodgman για να πραγματοποιήσετε αποκοπή πολυγώνου στο παράδειγμα του σχήματος 2. Καταγράψτε αναλυτικά τα βήματα και όλες τις ενδιάμεσες βοηθητικές μεταβλητές/ποσότητες.



Σχήμα 2. Πραγματοποιήστε αποκοπή πολυγώνου ως προς το μπλε παράθυρο θέασης.

Άσκηση 8. (20)

Γράψτε αναλυτικά σε ψευδοκώδικα τον αλγόριθμο που υλοποιεί την εξίσωση στη διαφάνεια 38 του κεφαλαίου «09-illumination» της διάχυτης αντανάκλασης (diffusion light) χρησιμοποιώντας μια πηγή φωτός ενός σημείου και σταθερή απόδοση επιφανειών για τις έδρες ενός τετράεδρου. Η περιγραφή του αντικειμένου θα δίδεται σε πίνακες πολυγώνων, συμπεριλαμβάνοντας τα κάθετα διανύσματα των επιφανειών καθεμιάς από τις πολυγωνικές έδρες. Επιπρόσθετες παράμετροι εισόδου είναι η ένταση φωτισμού περιβάλλοντος (ambient light), η ένταση της πηγής φωτός και οι συντελεστές αντανάκλασης της επιφάνειας. Όλες οι πληροφορίες των συντεταγμένων μπορούν να ορίζονται απευθείας στο πλαίσιο αναφοράς θέασης.

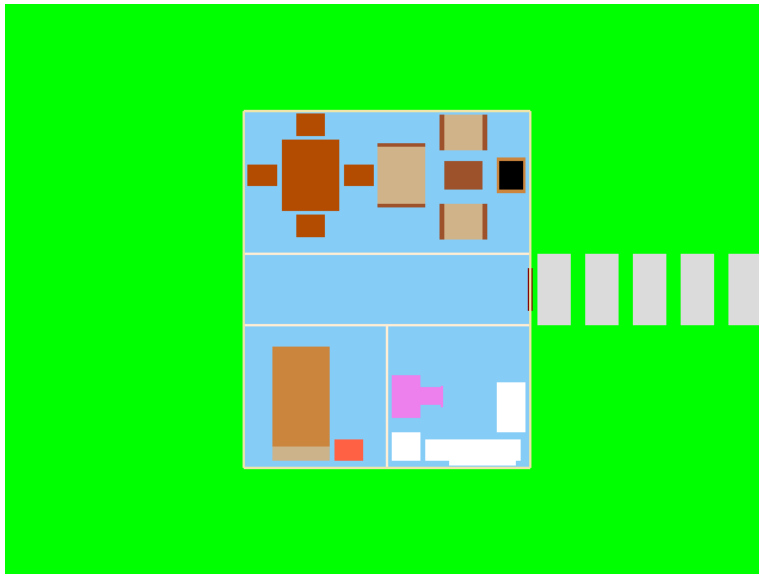
Υπόδειξη: Εκμεταλλευτείτε το γεγονός ότι ένα τετράεδρο αποτελείται από τρία ειδικά πολύγωνα(τρίγωνα).

Άσκηση 9 (15)

Αναπτύξτε τις εξισώσεις για την μετατροπή χρωματικών παραμέτρων RGB σε τιμές HSV και αντίστροφα.

ΠΡΟΑΙΡΕΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ (1 bonus βαθμός επιπλέον των βαθμών των εργασιών)

Σκοπός της ανάθεσης είναι η δημιουργία 3D σπιτιού και η περιήγηση σ' αυτό με τη βοήθεια κινούμενης κάμερας. Η εργασία αυτή αποσκοπεί στη σύνθεση της διδαχθείσας ύλης (μετασχηματισμοί, μοντελοποίηση, απόκρυψη επιφανειών, φωτισμός, απόδοση υφής) και των αντίστοιχων εντολών της OpenGL και του GLUT για τη δημιουργία μιας ολοκληρωμένης τρισδιάστατης σκηνής με κίνηση.



Εικόνα 1: Ενδεικτική κάτοψη οικίας και περιβάλλοντος χώρου (χωρίς στέγη).

Βασικές απαιτήσεις

1. Κατασκευή των χώρων ενός σπιτιού, βασικών επίπλων και του περιβάλλοντος χώρου σύμφωνα με την Εικόνα 1, όπου απεικονίζεται μία ενδεικτική κάτοψη.

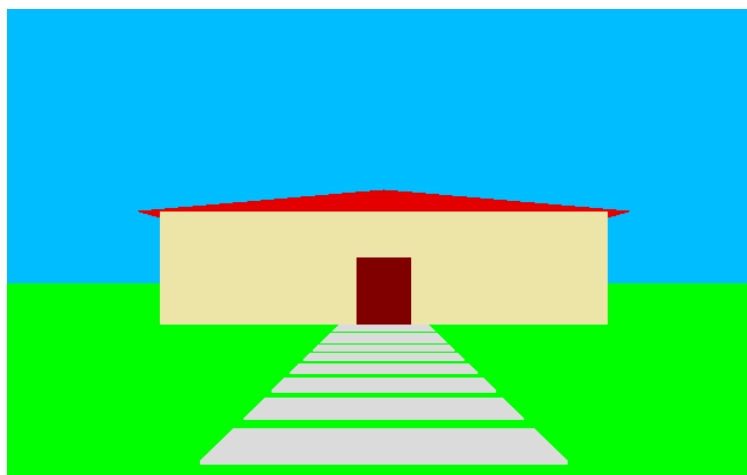
Οι τοίχοι, το πάτωμα, και το ταβάνι θα κατασκευαστούν με την εντολή `glutSolidCube(1.0)` και τους κατάλληλους μετασχηματισμούς μοντελοποίησης (`glScale`, `glTranslate`, `glRotate`). Θα επιλέξετε τις διαστάσεις (θεωρώντας ως μονάδα μέτρησης το μέτρο) έτσι ώστε να ανταποκρίνονται στις διαστάσεις ενός πραγματικού σπιτιού. Π.χ διαστάσεις κρεβατοκάμαρας 4 (μήκος) x 3.80 (πλάτος) x 3 (ύψος). Πάχος εξωτερικών τοίχων 0.25 m, εσωτερικών 0.10 m.

Για τη δημιουργία του περιβάλλοντα χώρου πρέπει να χρησιμοποιήσετε και μία **παραμετρική επιφάνεια με καμπύλες B-splines**, με μια τουλάχιστον τρισδιάστατη καμπύλη. Στην υλοποίηση της επιφάνειάς σας μπορείτε να προσθέσετε περισσότερες από μια καμπύλες καθώς και κάποια διαβάθμιση στο ύψος τους, ώστε να δημιουργηθεί ένα τοπίο κάπως ρεαλιστικό. Για την υλοποίηση, θα χρησιμοποιήσετε τις συναρτήσεις για B-Splines της OpenGL (βιβλιοθήκη GLU).

Στον περιβάλλοντα χώρο και στο εσωτερικό του σπιτιού θα κάνετε **απόδοση υφής (texture mapping)** σε τουλάχιστον δύο αντικείμενα. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε για την απόδοση υφής τις εικόνες του φακέλου "texture_images", ή να βρείτε άλλες. Εικόνες κατάλληλες για texture μπορείτε να βρείτε σε διάφορες ιστοσελίδες, όπως π.χ. : <https://www.vecteezy.com/free-vector/bitmap-texture>

(Αρκεί η δημιουργία ενός ανοίγματος για παράθυρο στην πρόσοψη του κτιρίου).

Η αρχική θέση της κάμερας θα βρίσκεται έξω και μπροστά από το σπίτι.



Εικόνα 3. Ενδεικτική πρόοψη οικίας (προοπτική προβολή).

3. **Φωτισμός και απόδοση υλικών** σε όλα τα αντικείμενα που θα σχεδιάσετε (τοιχούς πάτωμα, ταβάνι, σκεπή, έπιπλα, μονοπάτι) και στα οποία δεν θα έχει αποδοθεί υφή (texture).

Ο φωτισμός θα γίνει με συνολικό ambient φωτισμό και τοπική φωτεινή πηγή που θα κινείται μαζί με την κάμερα. Μπορείτε να την τοποθετήσετε ή στην ίδια θέση με την κάμερα ή λίγο πίσω από αυτή.

Προαιρετικές υλοποιήσεις

Δημιουργία διαφανούς υαλοπίνακα στο παράθυρο. (10 μονάδες)

Τρόπος υλοποίησης της εργασίας.

Θα παραδώσετε δύο προγράμματα με ονόματα **views.cpp** και **visiting3Dhouse.cpp**.

Στο πρόγραμμα views.cpp θα απεικονίσετε σε διαφορετικά viewports:

α) την ολική κάτοψη του σπιτιού χωρίς τη στέγη (ορθογραφική προβολή)

β) την ολική κάτοψη του σπιτιού με τη στέγη (ορθογραφική προβολή)

γ) την προόψη του σπιτιού (προοπτική προβολή).

δ) την κατάλληλη όψη που αναδεικνύει το τυχόν αντικείμενο του σπιτιού με texture (έπιπλα, δάπεδο, κ.λ.π.).

Στο πρόγραμμα αυτό δεν θα χρησιμοποιήσετε φωτισμό και κινούμενη κάμερα, μόνο textures και το διαφανές υλικό αν το κάνατε.

Στο πρόγραμμα visiting3Dhouse.cpp θα υλοποιήσετε το φωτισμό και την κινούμενη κάμερα, όπως περιγράφονται στις βασικές απαιτήσεις σε προοπτική προβολή.

Το παράθυρο σχεδίασης θα είναι σε GameMode, δηλαδή FullScreen.

Τεκμηρίωση. Στο κείμενο της εργασίας σας να γίνει σύντομη περιγραφή της δομής του προγράμματος , ποιες δυσκολίες συναντήσατε και ποια λάθη εμφανίστηκαν. Επιπλέον, είναι επιθυμητή η αναφορά του χρόνου που χρειαστήκατε για να ολοκληρώσετε την εργασία, ποιο τμήμα ήταν το δυσκολότερο και ποιο το ευκολότερο.