

Μάθημα	Εξάμηνο	Εργασία
K23γ: Ανάπτυξη Λογισμικού για Αλγοριθμικά Προβλήματα	Χειμερινό εξάμηνο 2022-23	Πολυγωνοποίηση σημειοσυνόλου με τη χρήση της βιβλιοθήκης CGAL (C++)

Στοιχεία Φοιτητών	
Ονοματεπώνυμο	Αριθμός Μητρώου
Στέφανος Καρέγλης-Ζερβός	1115201900076
Αλέξανδρος Ντιβέρης	1115201900136

Οδηγίες μεταγλώττισης προγράμματος

- Οι παρακάτω εντολές εκτελούνται στο φάκελο src του παραδοτέου.
- “cmake -DCMAKE_BUILD_TYPE=Release”
- “make”
- Το εκτελέσιμο ονομάζεται “to_polygon” και βρίσκεται στον φάκελο src του παραδοτέου.

Οδηγίες χρήσης προγράμματος

Όνομα Παραμέτρου	Έγκυρες Τιμές
-i	Απόλυτο ή σχετικό μονοπάτι σε αρχείο εισόδου
-o	Όνομα αρχείου εξόδου
-algorithm	convex_hull ή incremental
-edge_selection	1 ή 2 ή 3
-initialization	1a ή 1b ή 2a ή 2b

Περιγραφή αρχείων κώδικα

- **main.cpp**: Παράδειγμα χρήσης συναρτήσεων project.
- **parsing_input/parsing_input.cpp**: Βοηθητικές συναρτήσεις για την ανάλυση παραμέτρων από την γραμμή εντολών και αρχείου εισόδου.
- **calculate_convex_hull/calculate_convex_hull.cpp**: Βοηθητική συνάρτηση για τον υπολογισμό κυρτού περιβλήματος δοθέντος ενός σημειοσυνόλου.

- polygonization_algorithms/polygonization_convex_hull.cpp:**
 Υλοποίηση αλγόριθμου πολυγωνοποίησης με βάση το κυρτό περίβλημα. Αρχικά, υπολογίζεται το κυρτό περίβλημα του σημειοσυνόλου, έπειτα εντοπίζονται τα σημεία που βρίσκονται στο εσωτερικό του κυρτού περιβλήματος και τα οποία θα προστεθούν αργότερα στο πολύγωνο. Όσο υπάρχουν σημεία που βρίσκονται στο εσωτερικό του πολυγώνου, εντοπίζεται για κάθε ακμή του πολυγώνου το πλησιέστερο εσωτερικό σημείο και στη συνέχεια ελέγχουμε αν αυτό το σημείο είναι ορατό από την ακμή. Εφόσον είναι ορατό, τότε η ακμή θεωρείται υποψήφια για αντικατάσταση. Σε περίπτωση που δε βρούμε υποψήφια ακμή, τότε ο αλγόριθμος αποτυγχάνει και επιστρέφεται κενό πολύγωνο. Διαφορετικά, επιλέγεται ακμή που θα αντικατασταθεί και το σημείο που προστέθηκε στο πολύγωνο αφαιρείται από το σύνολο των εσωτερικών σημείων.
- polygonization_algorithms/polygonization_incremental.cpp:**
 Αρχικά, ταξινομείται το σημειοσύνολο όπως ορίζεται από την τιμή της παραμέτρου -initialization. Σε περίπτωση που τα αρχικά σημεία είναι συννευθιακά, τότε δοκιμάζεται διαφορετικός τρόπος αρχικοποίηση αυξητικού αλγορίθμου. Εφόσον τα αρχικά σημεία δεν είναι συννευθιακά, τότε προστίθεται κάθε επόμενο σημείο στο πολύγωνο. Συγκεκριμένα, εντοπίζονται ορατές ακμές (κόκκινες) από το κυρτό περίβλημα στο σημείο που πρόκειται να προστεθεί. Ύστερα, εντοπίζονται ορατές ακμές που βρίσκονται πίσω από την εκάστοτε κόκκινη ακμή ή ακόμη και η κόκκινη ακμή, υπό την προϋπόθεση ότι ανήκει στο πολύγωνο. Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι να προστεθούν όλα τα σημεία στο πολύγωνο.
- structs/Replaceable_edge.hpp:** Η δομή που χρησιμοποιείται από τους αλγόριθμους πολυγωνοποίησης για την μοντελοποίηση υποψήφιας ακμής προς αντικατάσταση.
- min_max_area/try_maximizing_area.cpp:** αντικατάσταση υποψήφιας ακμής από άλλη που μεγιστοποιεί την επιφάνεια του πολυγώνου.
- min_max_area/try_minimizing_area.cpp:** αντικατάσταση υποψήφιας ακμής από άλλη που ελαχιστοποιεί την επιφάνεια του πολυγώνου.

- **edge_selection/ edge_selection.cpp**: επιλογή ακμής προς αντικατάσταση με βάση την τιμή της παραμέτρου -edge_selection.
- **write_results/write_results.cpp**: αποθήκευση αποτελεσμάτων προγράμματος, όπως ορίζεται στην εκφώνηση, στο αρχείου εξόδου που ορίζεται από την παράμετρο -o.

Ανάλυση Αυξητικού Αλγορίθμου Πολυγωνοποίησης

Στοιχεία Αυξητικού Αλγορίθμου (αρχείο: euro-night-0005000.instance)			
Επιλογή Ορατής Ακμής	Αρχικοποίηση Αυξητικού Αλγόριθμου	Λόγος Επιφάνειας Πολυγώνου / Επιφάνειας ΚΠ	Χρόνος Εκτέλεσης
1	2a	0.45	119 δευτερόλεπτα
1	2b	0.45	129 δευτερόλεπτα
2	2a	0.18	117 δευτερόλεπτα
2	2b	0.18	102 δευτερόλεπτα
3	2a	0.69	211 δευτερόλεπτα
3	2b	0.73	314 δευτερόλεπτα

Στοιχεία Αυξητικού Αλγορίθμου (αρχείο: euro-night-0010000.instance)			
Επιλογή Ορατής Ακμής	Αρχικοποίηση Αυξητικού Αλγόριθμου	Λόγος Επιφάνειας Πολυγώνου / Επιφάνειας ΚΠ	Χρόνος Εκτέλεσης
1	2a	0.43	552 δευτερόλεπτα
1	2b	0.44	598 δευτερόλεπτα
2	2a	0.18	600 δευτερόλεπτα
2	2b	0.18	524 δευτερόλεπτα
3	2a	0.70	1431 δευτερόλεπτα
3	2b	0.71	2253 δευτερόλεπτα

Στοιχεία Αυξητικού Αλγορίθμου (αρχείο: uniform-0005000-1.instance)			
Επιλογή Ορατής Ακμής	Αρχικοποίηση Αυξητικού Αλγόριθμου	Λόγος Επιφάνειας Πολυγώνου / Επιφάνειας ΚΠ	Χρόνος Εκτέλεσης
1	2a	0.52	75 δευτερόλεπτα
1	2b	0.50	65 δευτερόλεπτα
2	2a	0.28	67 δευτερόλεπτα
2	2b	0.28	69 δευτερόλεπτα
3	2a	0.69	82 δευτερόλεπτα
3	2b	0.69	68 δευτερόλεπτα

Στοιχεία Αυξητικού Αλγορίθμου (αρχείο: uniform-0010000-1.instance)			
Επιλογή Ορατής Ακμής	Αρχικοποίηση Αυξητικού Αλγόριθμου	Λόγος Επιφάνειας Πολυγώνου / Επιφάνειας ΚΠ	Χρόνος Εκτέλεσης
1	2a	0.51	336 δευτερόλεπτα
1	2b	0.51	385 δευτερόλεπτα
2	2a	0.27	313 δευτερόλεπτα
2	2b	0.28	292 δευτερόλεπτα
3	2a	0.69	401 δευτερόλεπτα
3	2b	0.69	345 δευτερόλεπτα

Παρατηρήσεις από την χρήση Αυξητικού Αλγορίθμου για την πολυγωνοποίηση σημειοσυνόλου στο επίπεδο

- Ο λόγος επιφάνειας πολυγώνου προς την επιφάνεια του κυρτού περιβλήματος προσεγγίζει το 0.50 όταν γίνεται τυχαία επιλογή ορατής ακμής.
- Ο λόγος προσεγγίζει το 0.18-0.28 όταν επιλέγεται ακμή ώστε να προστίθεται το ελάχιστο εμβαδό.
- Ο λόγος προσεγγίζει το 0.70 όταν επιλέγεται ακμή ώστε να προστίθεται το μέγιστο εμβαδό.
- Ο χρόνος για την πολυγωνοποίηση σημειοσυνόλου εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από την επιλογή ορατής ακμής, με την μεγιστοποίηση εμβαδού να αποτελεί την πιο χρονοβόρα διαδικασία.
- Η αρχικοποίηση του αυξητικού αλγορίθμου ως προς x ή y δεν έχει σημαντική επίδραση στον χρόνο που απαιτείται για την πολυγωνοποίηση.
- Η κατανομή του σημειοσυνόλου επηρεάζει τον χρόνο πολυγωνοποίησης, με την ομοιόμορφη τυχαία κατανομή να απαιτεί λιγότερο χρόνο συγκριτικά με μια εικόνα.
- Ο λόγος επιφάνειας πολυγώνου / επιφάνειας κυρτού περιβλήματος δεν επηρεάζεται από την κατανομή του σημειοσυνόλου.

Ανάλυση Αλγορίθμου Πολυγωνοποίησης με βάση το Κυρτό Περίβλημα

Στοιχεία Αλγορίθμου με Βάση το Κυρτό Περίβλημα (αρχείο: euro-night-0000050.instance)		
Επιλογή Ορατής Ακμής	Λόγος Επιφάνειας Πολυγώνου / Επιφάνειας ΚΠ	Χρόνος Εκτέλεσης
1	0.39	0 δευτερόλεπτα
2	0.39	0 δευτερόλεπτα
3	0.69	0 δευτερόλεπτα

Στοιχεία Αλγορίθμου με Βάση το Κυρτό Περίβλημα (αρχείο: euro-night-0000100.instance)		
Επιλογή Ορατής Ακμής	Λόγος Επιφάνειας Πολυγώνου / Επιφάνειας ΚΠ	Χρόνος Εκτέλεσης
1	0.39	0 δευτερόλεπτα
2	0.39	0 δευτερόλεπτα
3	-	-

Στοιχεία Αλγορίθμου με Βάση το Κυρτό Περίβλημα (αρχείο: euro-night-0000300.instance)		
Επιλογή Ορατής Ακμής	Λόγος Επιφάνειας Πολυγώνου / Επιφάνειας ΚΠ	Χρόνος Εκτέλεσης
1	0.48	1-10 δευτερόλεπτα
2	-	-
3	-	-

Στοιχεία Αλγορίθμου με Βάση το Κυρτό Περίβλημα (αρχείο: uniform-0000050-1.instance)		
Επιλογή Ορατής Ακμής	Λόγος Επιφάνειας Πολυγώνου / Επιφάνειας ΚΠ	Χρόνος Εκτέλεσης
1	0.50	0 δευτερόλεπτα
2	0.39	0 δευτερόλεπτα
3	0.76	0 δευτερόλεπτα

Στοιχεία Αλγορίθμου με Βάση το Κυρτό Περίβλημα (αρχείο: uniform-0000100-2.instance)		
Επιλογή Ορατής Ακμής	Λόγος Επιφάνειας Πολυγώνου / Επιφάνειας ΚΠ	Χρόνος Εκτέλεσης
1	0.51	0 δευτερόλεπτα
2	0.43	0 δευτερόλεπτα
3	-	-

Στοιχεία Αλγορίθμου με Βάση το Κυρτό Περίβλημα (αρχείο: uniform-0000300-1.instance)		
Επιλογή Ορατής Ακμής	Λόγος Επιφάνειας Πολυγώνου / Επιφάνειας ΚΠ	Χρόνος Εκτέλεσης
1	0.50	1-10 δευτερόλεπτα
2	-	-
3	-	-

Παρατηρήσεις από την χρήση Αλγόριθμου Πολυγωνοποίησης σημειοσυνόλου στο επίπεδο με βάση το Κυρτό Περίβλημα

- Ο λόγος επιφάνειας πολυγώνου / επιφάνειας κυρτού περιβλήματος προσεγγίζει το 0.5, όταν κάθε φορά επιλέγεται τυχαία η ορατή ακμή.
- Ο συγκεκριμένος αλγόριθμος δεν ενδείκνυται για την ελαχιστοποίηση ή μεγιστοποίηση επιφάνειας πολυγώνου για μεγάλα μεγέθη σημειοσυνόλου.
- Δεν είναι σαφές αν η κατανομή του σημειοσυνόλου επηρεάζει το χρόνο πολυγωνοποίησης ή τον λόγο επιφάνειας πολυγώνου / επιφάνειας κυρτού περιβλήματος, λόγω του περιορισμού του αλγόριθμου στην εύρεση πολυγώνου για μεγάλα μεγέθη σημειοσυνόλου.
- Κρίνεται απαραίτητη η υλοποίηση οπισθοδρόμησης για την εύρεση πολυγώνου σε μεγάλη τάξη μεγέθους σημειοσύνολο.