

# Κ23γ: Ανάπτυξη Λογισμικού για Αλγοριθμικά Προβλήματα

Χειμερινό εξάμηνο 2022-23

## 1<sup>η</sup> Προγραμματιστική Εργασία

Πολυγωνοποίηση σημειοσυνόλου με τη χρήση της βιβλιοθήκης CGAL (C++)

Η άσκηση θα υλοποιηθεί σε σύστημα Linux και θα υποβληθεί στις Εργασίες του e-class το αργότερο την Παρασκευή 4/11 στις 23.59. Ορισμένα ερωτήματα είναι υποχρεωτικά μόνο για ομάδες 3 ατόμων.

### Περιγραφή της εργασίας

0. Εγκατάσταση CGAL 5.5

1. Υλοποίηση 2 (εκ των 3) αλγορίθμων για την πολυγωνοποίηση σημειοσυνόλου **S** το οποίο περιέχει **n** σημεία στον χώρο  $\mathbb{R}^2$ . Οι τριάδες υλοποιούν και τους 3 αλγόριθμους.

ΑΥΞΗΤΙΚΟΣ. (a) Ταξινόμηση σημείων ως προς μια συντεταγμένη και επιλογή αρχικού τριγώνου. (b) Επαναληπτική διαδικασία προσθήκης σημείου στην πολυγωνική γραμμή A: (b1) Εύρεση κόκκινων ακμών στο ΚΠ. (b2) Για κάθε κόκκινη ακμή, απαρίθμηση ορατών ακμών στην A, b3. Επιλογή ορατής ακμής.

ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΚΠ. (α) Υπολογισμός ΚΠ και αρχικοποίηση της πολυγωνικής γραμμής A. (β). Για κάθε ακμή της A εύρεση πλησιέστερου εσωτερικού σημείου, επιλογή ακμής και επέκταση της A ώστε να περιλάβει το σημείο (χωρίς να καθιστά εξωτερικό κάποιο άλλο). Επανάληψη της διαδικασίας μέχρι το σύνολο των εσωτερικών σημείων να μην έχει σημεία.

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ Επάλληλων ΚΠ (Κρεμμύδι). (α) Κατασκευή ΚΠ (βάθους 0), αφαίρεση κορυφών του από το **S**, κατασκευή ΚΠ (βάθους 1), αφαίρεση κορυφών, ΚΠ (βάθους 2) κοκ, μέχρι να μείνουν 0, 1 ή 2 εσωτερικά σημεία. (β) Επαναληπτική διαδικασία για κάθε ΚΠ βάθους i: (β1) Αφαίρεση ακμής  $i(m), i(m+1)$ , (β2) Εύρεση κοντινότερου σημείου  $(i+1)(k)$  στο ΚΠ βάθους  $i+1$ . (β3) Αφαίρεση ορατής ακμής  $(i+1)(k), (i+1)(\lambda)$ . (β4) Σύνδεση κορυφών  $(i+1)(k), i(m)$  και  $i(m+1), (i+1)(\lambda)$ . (β5) Ανάθεση κορυφών ακμής για αφαίρεση στο βάθος  $i+1$ ,  $(i+1)(m)$  και  $(i+1)(m+1)$  προχωρώντας δεξιόστροφα από το  $(i+1)(k)$  και αριστερόστροφα από το  $(i+1)(\lambda)$  μέχρι να φτάσουμε σε γειτονικές κορυφές.

2. Υπολογισμός επιφάνειας απλού πολυγώνου (π.χ. με τη συνάρτηση της CGAL ή κατά τη διάρκεια κατασκευής της A). Μόνο για τριάδες: Υλοποίηση του αλγόριθμου Pick για τον υπολογισμό επιφάνειας απλού πολυγώνου με κορυφές σημεία ακέραιων συντεταγμένων.

3. Επιλογή κριτηρίων για τα βήματα των 3 αλγορίθμων και σύγκριση ως προς την επιφάνεια των απλών πολυγώνων που κατασκευάζονται.

### Αρχικοποίηση αυξητικού αλγόριθμου

1. Ταξινόμηση ως προς x (a) φθίνουσα, (b) αύξουσα 2. Ταξινόμηση ως προς y (a) φθίνουσα, (b) αύξουσα

### Επιλογή ορατής ακμής

1. Τυχαία επιλογή ορατής ακμής
2. Επιλογή ορατής ακμής έτσι ώστε να προστίθεται ελάχιστο εμβαδό
3. Επιλογή ορατής ακμής έτσι ώστε να προστίθεται μέγιστο εμβαδό.

## Αρχικοποίηση αναδρομικής κατασκευής ΚΠ

1. Τυχαία επιλογή. 2. Επιλογή σημείων με μικρότερο  $x$  3. Επιλογή σημείων με μεγαλύτερο  $x$  4. Επιλογή σημείων με μικρότερο  $y$  5. Επιλογή σημείων με μεγαλύτερο  $y$

## ΕΙΣΟΔΟΣ

Ένα αρχείο κειμένου για την είσοδο του **S** διαχωρισμένο με σπηλοθέτες (tab-separated), με την ακόλουθη γραμμογράφηση:

```
# <γραμμή περιγραφής σημειοσυνόλου>
# parameters "convex_hull": {"area": "X"} // όπου X η επιφάνεια του ΚΠ2
0      x0      y0
1      x1      y1
...     ...     ...
n-1    xn      yn
```

όπου **n** είναι το πλήθος των σημείων του σημειοσυνόλου και  $x_i, y_i$  οι συντεταγμένες (θετικοί ακέραιοι).

Το αρχείο εισόδου, το αρχείο εξόδου και οι παράμετροι του αλγόριθμου δίνονται ως παράμετροι γραμμής εντολών. Η εκτέλεση γίνεται μέσω της εντολής:

```
$/to_polygon -i <point set input file> -o <output file> -algorithm <incremental or
convex_hull or onion> -edge_selection <1 or 2 or 3 | όχι στο onion> -initialization <1a
or 1b or 2a or 2b | μόνο στον αυξητικό αλγόριθμο> -onion_initialization <1 to 5>
```

## ΕΞΟΔΟΣ

Αρχείο κειμένου που περιέχει τις κορυφές και τις ακμές του πολυγώνου, την επιφάνειά του και το λόγο της επιφάνειάς του προς την επιφάνεια του κυρτού του περιβλήματος.

Π.χ. για τρίγωνο με κορυφές τις (0,0), (4,0), (4,4)

```
Polygonization
0 0
4 0
4 4
0 0 4 0
4 0 4 4
4 4 0 0
Algorithm: <incremental or convex_hull or onion>_edge_selection<1 or 2 or 3
where applicable>_initialization<incremental and onion options accordingly>
area: 8
pick_calculated_area: 8 // μόνο για ομάδες 3 ατόμων
ratio: 1
construction time: <milliseconds as integer>
```

Η αναφορά που θα παραδοθεί θα πρέπει να περιλαμβάνει σχολιασμό των αποτελεσμάτων για σημειοσύνολα διαφορετικού μεγέθους και είδους (ομοιόμορφα τυχαία και από δειγματοληψία εικόνων στο eclass) καθώς και για διαφορετικά κριτήρια επιλογής ακμών και αρχικοποίησης ως προς την επιφάνεια των πολυγώνων που κατασκευάζονται.

## Επιπρόσθετες απαιτήσεις

- 1) Το πρόγραμμα πρέπει να είναι καλά οργανωμένο με χωρισμό των δηλώσεων / ορισμών των συναρτήσεων, των δομών και των τύπων δεδομένων σε λογικές ομάδες που αντιστοιχούν σε ξεχωριστά αρχεία επικεφαλίδων και πηγαίου κώδικα. Βαθμολογείται και η ποιότητα του κώδικα (π.χ. αποφυγή memory leaks). Η μεταγλώττιση του προγράμματος πρέπει να γίνεται με τη χρήση του εργαλείου make και των εργαλείων δημιουργίας cmake scripts που παρέχει η βιβλιοθήκη CGAL.
- 2) Το παραδοτέο πρέπει να είναι επαρκώς τεκμηριωμένο με πλήρη σχολιασμό του κώδικα και την ύπαρξη αρχείου readme το οποίο περιλαμβάνει κατ'ελάχιστο: α) τίτλο και περιγραφή του προγράμματος, β) κατάλογο των αρχείων κώδικα / επικεφαλίδων και περιγραφή τους, γ) οδηγίες μεταγλώττισης του προγράμματος, δ) οδηγίες χρήσης του προγράμματος και ε) πλήρη στοιχεία των φοιτητών που το ανέπτυξαν.
- 3) Η υλοποίηση του προγράμματος θα πρέπει να γίνει με την χρήση συστήματος διαχείρισης εκδόσεων λογισμικού και συνεργασίας Git.