ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS AND BUSINESS

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
SCHOOL OF INFORMATION SCIENCES & TECHNOLOGY
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
DEPARTMENT OF INFORMATICS

Δομές Δεδομένων

Διδάσκουσα: Κ. Παπακωνσταντινοπούλου

Χειμερινό Εξάμηνο 2023

Εργασία 2
Ταξινόμηση και Ουρές Προτεραιότητας
Προθεσμία υποβολής: 30/12/2023, 23:59

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η εξοικείωση με τους αλγορίθμους ταξινόμησης και με τη χρήση ουράς προτεραιότητας, μία από τις πιο βασικές δομές δεδομένων στη σχεδίαση αλγορίθμων. Η εργασία αφορά ερωτήματα που, μεταξύ άλλων, συναντώνται σε απλά recommendation systems, όπως συστήματα που προτείνουν ταινίες ή σειρές σε συνδρομητές με βάση κάποιο σκορ για το πόσο ταιριαστή είναι μια ταινία σε έναν χρήστη. Εδώ θα δούμε μια άλλη εφαρμογή, που όμως αφορά στο ίδιο αλγοριθμικό πρόβλημα.

Έστω ότι σας δίνεται η ημερήσια αναφορά με τον αριθμό κρουσμάτων γρίπης στις πόλεις της Ελλάδας ή και άλλων χωρών, για κάποια συγκεκριμένη ημερομηνία αναφοράς. Σκοπός είναι, δεδομένης μιας παραμέτρου k, να βρούμε τις ασφαλέστερες πόλεις, δηλαδή τις k πόλεις με τη μικρότερη πυκνότητα κρουσμάτων. Συγκεκριμένα θέλουμε τις πόλεις που αντιστοιχούν στα k μικρότερα πλήθη κρουσμάτων ανά 50,000 κατοίκους.

Μέρος Α [30 μονάδες]: Μια πρώτη υλοποίηση. Πρώτα πρέπει να βρούμε τι ΑΤΔ χρειαζόμαστε. Θα ορίσετε μια κλάση με όνομα City, που υλοποιεί το παρακάτω interface.

```
public interface CityInterface {
public int getID();
public String getName();
public int getPopulation();
public int getInfluenzaCases();
public void setID(int id);
public void setName(String name);
public void setPopulation(int population);
public void setInfluenzaCases(int influenzaCases);
}
```

Η ερμηνεία των παραπάνω μεθόδων είναι η εξής:

- Η `getID` επιστρέφει το id της κάθε πόλης. Ο αριθμός αυτός είναι μοναδικός για κάθε πόλη. Για απλότητα, θεωρούμε ότι το id παίρνει τιμές από το 1 ως το 999.
- Η `getName` επιστρέφει το όνομα της πόλης. Θα θεωρήσουμε ότι το όνομα δεν υπερβαίνει τους 50 χαρακτήρες (μαζί με τυχόν κενά, π.χ. «Palma de Mallorca»). Επίσης, είναι δυνατόν 2 πόλεις να έχουν ακριβώς το ίδιο όνομα (π.χ. υπάρχει Paris, France, και Paris, Texas, όπως και Athens, Greece, και Athens, Georgia). Επομένως μόνο το ID είναι σίγουρα μοναδικό για κάθε πόλη.
- Η `getPopulation` επιστρέφει τον πληθυσμό της πόλης (θεωρούμε ότι είναι θετικός αριθμός και δεν υπερβαίνει τα 10,000,000), και η `getInfluenzaCases` επιστρέφει το πλήθος ημερήσιων κρουσμάτων. Το πλήθος κρουσμάτων δε μπορεί να είναι μεγαλύτερο του πληθυσμού.
- Αντίστοιχα οι setter μέθοδοι απλά δίνουν τιμές στις αντίστοιχες ποσότητες, που περιγράφηκαν παραπάνω.

Υλοποιήστε ένα πρόγραμμα το οποίο θα δέχεται σαν παράμετρο το μονοπάτι στο οποίο βρίσκεται αποθηκευμένο το αρχείο με την ημερήσια αναφορά κρουσμάτων και την παράμετρο k. Το πρόγραμμα θα τυπώνει τις πόλεις με τους k μικρότερους αριθμούς κρουσμάτων ανά 50,000 κατοίκους. Το πρόγραμμα θα ονομάζεται Influenza_k.java και θα πρέπει να εκτελείται ως εξής:
`java Influenza_k 4 input.txt`

Οδηγίες για το Μέρος Α:

Δεδομένα εισόδου: Η είσοδος θα είναι ένα txt αρχείο, το όνομα του οποίου θα δίνεται από τον χρήστη, και το περιεχόμενό του θα είναι όπως στο παρακάτω παράδειγμα:

```
17 Vienna 1975000 2200
38 Amsterdam 921402 1050
65 Paris 2102650 3504
47 Athens 698567 830
12 Thessaloniki 319045 413
```

Το format αυτό έχει την ακόλουθη ερμηνεία: σε κάθε γραμμή, το πρώτο πεδίο είναι το id της πόλης, στη συνέχεια ακολουθεί το όνομα, μετά ο πληθυσμός, και τέλος το συνολικό πλήθος κρουσμάτων για την ημερομηνία αναφοράς. Εδώ π.χ. η Βιέννη, έχει id ίσο με 17, έχει πληθυσμό 1,975,000 κατοίκους και εμφανίστηκαν σε αυτή 2200 κρούσματα στην ημερομηνία αναφοράς.

Εκτός από το αρχείο, μέρος της εισόδου θα είναι και η παράμετρος k, η οποία συνήθως θα είναι μια σχετικά μικρή σταθερά σε σχέση με τον αριθμό των πόλεων (σίγουρα μικρότερη από το συνολικό πλήθος των πόλεων). Αν το k είναι μεγαλύτερο από το συνολικό πλήθος πόλεων του αρχείου, θα τυπώνετε μήνυμα λάθους και το πρόγραμμά σας θα τερματίζει.

Επίλυση μέσω ταξινόμησης: Για το Μέρος Α, η υλοποίηση θα πρέπει να γίνει χρησιμοποιώντας κάποιον αλγόριθμο ταξινόμησης. Δηλαδή θα ταξινομήσετε τις πόλεις και μετά θα επιλέξετε τις k πόλεις με το μικρότερο πλήθος κρουσμάτων ανά 50,000 κατοίκους. Ο αλγόριθμος που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι είτε η Heapsort είτε η Quicksort. **Απαγορεύεται να χρησιμοποιήσετε έτοιμες μεθόδους ταξινόμησης που παρέχονται από την Java.** Θα πρέπει να υλοποιήσετε τη δική σας μέθοδο, είτε με χρήση πίνακα είτε με χρήση λίστας.

- Αν ο ΑΜ σας λήγει σε άρτιο αριθμό, θα πρέπει να υλοποιήσετε την Quicksort.
- Αν λήγει σε περιττό, θα υλοποιήσετε την Heapsort.
- Αν είστε σε ομάδα και λήγουν και οι 2 ΑΜ σε άρτιο ή και οι 2 σε περιττό, ακολουθείτε τα παραπάνω.

- Σε διαφορετική περίπτωση, επιλέξτε και υλοποιήστε όποια από τις 2 μεθόδους θέλετε.

Για να συγκρίνετε πόλεις μεταξύ τους, θα χρησιμοποιήσετε κατάλληλα τον πληθυσμό και τα ημερήσια κρούσματα για να κάνετε την αναγωγή σε κρούσματα ανά 50,000 κατοίκους. Θα προκύψει έτσι ένας πραγματικός αριθμός, τον οποίο θα στρογγυλοποιήσετε ώστε να έχει 2 δεκαδικά ψηφία. Είναι βολικό αν θέλετε να έχετε μια μέθοδο calculateDensity που να κάνει τον παραπάνω υπολογισμό. Σε περίπτωση ισοβαθμίας μεταξύ πόλεων, θεωρήστε πιο υψηλά στην κατάταξη αυτήν που προηγείται αλφαβητικά (π.χ. η πόλη Amsterdam προηγείται της πόλης Athens). Αν τυχόν 2 πόλεις έχουν και το ίδιο όνομα και την ίδια πυκνότητα κρουσμάτων, τότε προηγείται αυτή με το μικρότερο ID. Συνοψίζοντας, η κλάση City, εκτός από το CityInterface, θα πρέπει να υλοποιεί και το interface Comparable<City> (και συνεπώς της συνάρτησης compareTo), έτσι ώστε να μπορέσετε να την χρησιμοποιήσετε για σύγκριση και ταξινόμηση.

Έξοδος: Το πρόγραμμα θα τυπώνει στη σειρά τις k πόλεις με τη μικρότερη πυκνότητα κρουσμάτων, ξεκινώντας από αυτή με το μικρότερο πλήθος κρουσμάτων ανά 50,000 κατοίκους και συνεχίζοντας. Με k=4, στο παράδειγμα που φαίνεται παραπάνω η εκτύπωση του προγράμματος θα πρέπει να είναι στη μορφή (επιβεβαιώστε το και μόνοι σας):

```
The top k cities are:
Vienna
Amsterdam
Athens
Thessaloniki
```

Μέρος Β [25 μονάδες]: ΑΤΔ ουράς προτεραιότητας. Ένα μειονέκτημα της παραπάνω προτεινόμενης υλοποίησης είναι ότι πρέπει να αποθηκεύσετε πρώτα την σχετική πληροφορία για **όλες** τις πόλεις, για να αποφασίσετε ποιες έχουν την μικρότερη πυκνότητα κρουσμάτων μέσω ταξινόμησης. Αυτό φαίνεται να μην είναι αποδοτικό σχετικά με τη χρήση μνήμης, ειδικά όταν το k είναι μικρό (σκεφτείτε πώς θα λύνατε το πρόβλημα όταν k=1 ή k=2). Εκτός από αυτό το μειονέκτημα, θα θέλαμε επίσης να μπορούμε να λύσουμε μια πιο δυναμική εκδοχή του προβλήματος ως εξής: μετά το διάβασμα κάθε γραμμής του αρχείου θα θέλαμε να ξέρουμε ποιες είναι οι k πόλεις με τη μικρότερη πυκνότητα κρουσμάτων μέχρι εκείνη τη στιγμή, και να ενημερώνουμε δυναμικά αυτή την πληροφορία χωρίς να χρειάζεται να αποθηκεύσουμε κάπου όλες τις πόλεις του αρχείου (αυτό είναι γενικά σημαντικό σε εφαρμογές με streams από δεδομένα). Μπορεί π.χ. σε πραγματικό χρόνο, αντί για ένα ενιαίο αρχείο με όλες τις πόλεις, τα δεδομένα να έρχονται σε διαφορετικές στιγμές στον ΕΟΔΥ και να θέλουμε να έχουμε σε κάθε χρονική στιγμή τις k πόλεις με τη μικρότερη πυκνότητα κρουσμάτων με βάση τα υπάρχοντα δεδομένα. Με αυτό τον τρόπο, αν μας δοθεί αργότερα κι ένα επόμενο αρχείο ή ένα stream με επιπλέον πόλεις, θα μπορούμε εύκολα να συνεχίσουμε την επεξεργασία μας από εκεί που σταματήσαμε. Τέλος, ένα άλλο μειονέκτημα του Μέρους Α είναι ότι επειδή στηρίζεται σε αλγόριθμο ταξινόμησης, θα έχετε χρονική πολυπλοκότητα τουλάχιστον O(NlogN) αν έχετε N πόλεις. Όταν όμως η παράμετρος k είναι μικρή σε σχέση με τον αριθμό των πόλεων, αξίζει να δούμε πώς θα μπορούσαμε να έχουμε μια καλύτερη υλοποίηση.

Για να αντιμετωπίσετε όλα τα παραπάνω, θα χρειαστείτε μια ουρά προτεραιότητας, όπου θα αποθηκεύετε αντικείμενα τύπου City. Η υλοποίηση της ουράς θα γίνει με χρήση ελαχιστοστρεφούς σωρού, όπως έχουμε δει στο μάθημα και στο εργαστήριο. Μπορείτε να βασιστείτε στην ουρά προτεραιότητας του Εργαστηρίου 6 ή σε ό,τι είδαμε στην Ενότητα 11 των διαφανειών, με κατάλληλες τροποποιήσεις, ή μπορείτε να φτιάξετε εξ' ολοκλήρου την δική σας ουρά. Η ουρά θα πρέπει να διαθέτει, εκτός από τις λειτουργίες *insert* και *getmin*, που είδαμε και στο μάθημα, κάποιες επιπλέον μεθόδους, που περιγράφονται παρακάτω (μπορείτε να έχετε κι άλλες βοηθητικές μεθόδους στην υλοποίησή σας):

- `boolean isEmpty()`: έλεγχος για το αν είναι άδεια η ουρά.
- `int size()`: επιστρέφει τον αριθμό ενεργών στοιχείων στην ουρά.
- `void insert(City x)`: εισαγωγή αντικειμένου. Η εισαγωγή θα πρέπει να καλεί και μια μέθοδο resize που θα κάνει διπλασιασμό του πίνακα όταν η ουρά έχει γεμίσει κατά το 75%.
- `City min()`: επιστρέφει το στοιχείο με τη μικρότερη τιμή (μέγιστη προτεραιότητα) χωρίς να το αφαιρεί από την ουρά.
- `City getmin()`: Αφαιρεί και επιστρέφει το αντικείμενο με τη μικρότερη τιμή (μέγιστη προτεραιότητα).
- `City remove(int id)`: Αφαιρεί και επιστρέφει την πόλη με το δοθέν `id`. Μετά την αφαίρεση πρέπει να αποκατασταθεί η ιδιότητα του σωρού ώστε να μην καταστραφεί η ουρά.

Η πολυπλοκότητα που πρέπει να έχει η κάθε μέθοδος σε μια ουρά με n αντικείμενα δίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Μέθοδος	Πολυπλοκότητα
`size, isEmpty`	O(1)
`insert`	O(logn) (*δειτε σχόλια*)
`min`	O(1)
`getmin`	O(logn)
`remove`	O(logn) (*δειτε σχόλια*)

Σχόλια:

- Η υλοποίηση της ουράς προτεραιότητας θα πρέπει να βρίσκεται στο αρχείο PQ.java.
- Για την `insert`, η απαίτηση για O(logn) είναι μόνο όταν δεν χρειάζεται να καλέσει τη resize για την επέκταση του πίνακα.
- Η υλοποίηση της remove αναδεικνύει το trade-off που υπάρχει εδώ μεταξύ χώρου και χρόνου. Με όσα έχουμε πει για τις ουρές προτεραιότητας, χωρίς καμία προσθήκη βοηθητικής μνήμης, υπάρχει ένας απλοϊκός τρόπος να κάνετε την remove σε O(n). Για να υλοποιήσετε την remove σε O(logn), χρειάζεται να κάνετε κάποιες προσθήκες στα χαρακτηριστικά της ουράς και στον τρόπο λειτουργίας των `insert` και `getmin`. Για τον σκοπό αυτό, επιτρέπεται να χρησιμοποιήσετε βοηθητική μνήμη, στην μορφή ενός απλού πίνακα ακεραίων. Δεν υπάρχει αυστηρό άνω όριο στο μέγεθος του πίνακα (αλλά μην χρησιμοποιήσετε όλη την μνήμη του υπολογιστή σας). Σκεφτείτε την ελάχιστη δυνατή πληροφορία που χρειάζεστε. Επίσης, οι τροποποιήσεις που θα κάνετε δεν θα πρέπει να επιβαρύνουν τις insert και `getmin` παραπάνω από έναν O(1) παράγοντα, ώστε να παραμένει λογαριθμική η πολυπλοκότητά τους.
- Αν δυσκολεύεστε να κάνετε την remove σε O(logn), μπορείτε να την κάνετε σε O(n), χωρίς την χρήση έξτρα μνήμης, για τις μισές μονάδες από αυτές που αντιστοιχούν στην remove (θα σας κοστίσει πολύ λίγο στον τελικό βαθμό της εργασίας).
- Για τους πιο εξοικειωμένους με τις δομές της Java: Υπάρχει τρόπος για να κάνουμε την remove σε O(logn), όπου η έξτρα μνήμη μπορεί να περιοριστεί περαιτέρω σε χώρο O(n), για ουρά με n ενεργά αντικείμενα. Αυτό όμως απαιτεί την χρήση πιο σύνθετων δομών όπως π.χ. τα δέντρα κόκκινου-μαύρου, που δεν έχουμε καλύψει ακόμα. Όποιοι θέλετε μπορείτε να το κάνετε και με αυτό τον τρόπο είτε χρησιμοποιώντας αντικείμενα τύπου TreeMap (που αποτελούν υλοποίηση δέντρων κόκκινου-μαύρου) ή φτιάχνοντας μόνοι σας από την αρχή ό,τι χρειάζεστε. **Προσοχή:** Δεν θα βαθμολογηθείτε για αυτό, είναι υποχρεωτικό να μας παραδώσετε την υλοποίηση με χρήση πίνακα. Μπορούμε όμως να ελέγξουμε την ορθότητα

του κώδικά σας, για να γνωρίζετε ότι το κάνατε σωστά. Αν κάνετε και 2η υλοποίηση, βάλτε την σε ξεχωριστό αρχείο με όνομα PQ2.java.

Μέρος Γ [35 μονάδες]. Αυτό είναι το πιο δημιουργικό κομμάτι της εργασίας. Χρησιμοποιώντας την ουρά, θέλουμε τώρα να διαβάζουμε το αρχείο εισόδου γραμμή προς γραμμή, και μετά την ανάγνωση κάθε γραμμής, να διατηρούμε τις k πόλεις με τη μικρότερη πυκνότητα κρουσμάτων μέχρι εκείνη τη στιγμή. Το πρόγραμμα και πάλι θα τυπώνει μόνο τις k πόλεις με τη μικρότερη πυκνότητα κρουσμάτων στο τέλος της ανάγνωσης όλου του αρχείου όπως και στο Μέρος Α (για debugging όμως και έλεγχο ορθότητας, είναι καλό να τυπώνετε μετά από κάθε 5 γραμμές του αρχείου εισόδου, τις k πόλεις με την μικρότερη πυκνότητα κρουσμάτων). Για το πρόγραμμά σας, επιτρέπεται να χρησιμοποιήσετε μια ουρά προτεραιότητας **που θα περιέχει καθ'όλη την διάρκεια του προγράμματος το πολύ k ενεργά αντικείμενα**. Δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιήσετε δομή που να αποθηκεύει όλες τις πόλεις του αρχείου εισόδου (θεωρούμε πάντα ότι το k είναι μικρότερο από τις γραμμές του αρχείου). Τονίζουμε ότι το μέγεθος του πίνακα της ουράς μπορεί να είναι παραπάνω από k λόγω της resize στις εισαγωγές, αυτό που θέλουμε όμως είναι το πλήθος των ενεργών στοιχείων στην ουρά να μην είναι ποτέ πάνω από k (μπορείτε αν θέλετε να αρχικοποιήσετε την ουρά με μέγεθος 2k για να μην χρειαστεί να γίνει ποτέ η resize).
Η απαίτηση για την πολυπλοκότητα του προγράμματος είναι ότι δεν πρέπει να είναι χειρότερη από την πολυπλοκότητα του Μέρους Α, και όταν k=O(1) θα πρέπει σίγουρα να είναι καλύτερη.

Hint: Η ουρά που θα χρησιμοποιήσετε θα βασίζεται σε ελαχιστοστρεφή σωρό, δηλαδή η getmin φέρνει πάντα το στοιχείο με τη *μικρότερη* τιμή. Αν ακολουθήσετε το υπόδειγμα του Εργαστηρίου 6, σκεφτείτε πως θα ορίσετε την προτεραιότητα μιας πόλης για τις ανάγκες του συγκεκριμένου προβλήματος και κατασκευάστε τον κατάλληλο Comparator (με χρήση της compareTo της κλάσης City) για να κάνετε συγκρίσεις στην ουρά προτεραιότητας.

Πρόσθετες οδηγίες υλοποίησης για τα μέρη Α, Β και Γ:

- Το πρόγραμμα για το μέρος Γ **πρέπει να λέγεται** DynamicInfluenza_k_withPQ.java και να δέχεται σαν παράμετρο το μονοπάτι στο οποίο βρίσκεται αποθηκευμένο το αρχείο με την ημερήσια αναφορά κρουσμάτων και την παράμετρο k.
  java DynamicInfluenza_k_withPQ 4 input.txt
- Αν θέλετε, μπορείτε να υλοποιήσετε την ουρά προτεραιότητας με generics.
- Για το διάβασμα του αρχείου εισόδου, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε έτοιμες μεθόδους της Java για άνοιγμα αρχείων και για να διαχωρίσετε τα δεδομένα κάθε γραμμής. Επιπλέον, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε κώδικα από τα εργαστήρια ή την 1η εργασία σας: συνδεδεμένη λίστα (μονή ή διπλή), ουρές, κτλ. **Δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιήσετε έτοιμες υλοποιήσεις δομών τύπου λίστας, στοίβας, ουράς, από την βιβλιοθήκη της Java** (π.χ. Vector, ArrayList, κτλ).
- Δεν χρειάζεται να ασχοληθείτε με ανίχνευση λαθών στο format του αρχείου εισόδου, παρά μόνο σε ό,τι αφορά τους αριθμητικούς περιορισμούς για το id, τον πληθυσμό και τα κρούσματα. Σε περίπτωση λάθους, το πρόγραμμα τερματίζει με μήνυμα λάθους.

Μέρος Δ [10 μονάδες] Προαιρετικό – Bonus. Έστω ότι διαβάζουμε και πάλι ένα αρχείο εισόδου με το ίδιο format, και μας ενδιαφέρει να απαντάμε σε ερωτήσεις της μορφής: «Πόσο μικρή πυκνότητα κρουσμάτων χρειάζεται να έχει μια πόλη για να είναι στο top 50% των πόλεων που εξετάζουμε;». Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να υπολογίζουμε το median από τις πυκνότητες κρουσμάτων που βλέπουμε. Ο median μιας ακολουθίας ακεραίων είναι ο αριθμός που θα βρίσκεται στη μέση της ακολουθίας αν την ταξινομήσουμε σε φθίνουσα σειρά. Π.χ. στην ακολουθία 13, 17, 11, 24, 19, 8, 14, ο median είναι ο 14. Αν η ακολουθία έχει άρτιο πλήθος

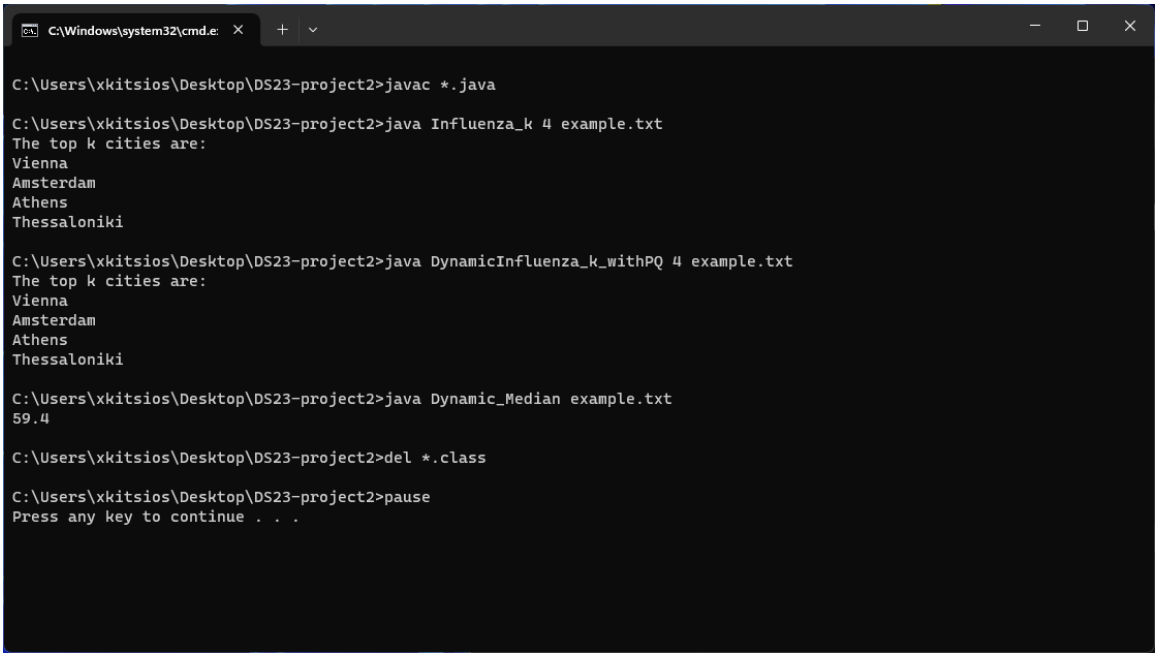
ακεραίων, τότε θα κάνουμε τη σύμβαση να παίρνουμε ως median τον μικρότερο από τους 2 μεσαίους, δηλαδή στην ακολουθία 13, 17, 11, 24, 19, 8, θεωρούμε ως median τον 13.

Θέλουμε να υλοποιήσουμε μια δομή, η οποία να μπορεί να διατηρεί ενημερωμένο τον median δυναμικά, όπως επεξεργάζεται κάθε νέα πόλη από το αρχείο εισόδου. Θέλουμε δηλαδή μετά την ανάγνωση κάθε γραμμής του αρχείου εισόδου, να μπορούμε εύκολα να υπολογίσουμε τον median αριθμό κρουσμάτων ανά 50,000 κατοίκους, με βάση τις πόλεις που έχουμε επεξεργαστεί μέχρι εκείνη την χρονική στιγμή (γενικεύοντας, η δυναμική ενημέρωση του median σε ενα stream από δεδομένα είναι σημαντικό πρόβλημα σε αρκετές άλλες εφαρμογές).
Hint: Χρησιμοποιήστε κατάλληλα 2 ουρές προτεραιότητας. Η χρήση 2 ουρών προτεραιότητας είναι **υποχρεωτική**.

Οδηγίες υλοποίησης:

- Το πρόγραμμα σας **πρέπει να λέγεται** Dynamic_Median.java και να δέχεται σαν παράμετρο το μονοπάτι στο οποίο βρίσκεται αποθηκευμένο το αρχείο με την ημερήσια αναφορά κρουσμάτων:
  `java Dynamic_Median input.txt`
- Για να μην είναι πολύ μεγάλη η εκτύπωση της εξόδου, απαιτείται να τυπώνετε τον median μόνο μετά από κάθε 5 γραμμές του αρχείου εισόδου. Το πρόγραμμά σας θα πρέπει με την ανάγνωση κάθε γραμμής εισόδου να κάνει κάποια επεξεργασία, αλλά ο υπολογισμός και η εκτύπωση του median θα γίνεται μόνο όταν (i%5 == 0). Π.χ. στο παράδειγμα που υπάρχει στο Μέρος Α, θα τυπωνόταν μόνο 1 φορά στο τέλος ο median.
- Για απλότητα, δεν θα χρησιμοποιήσουμε αρχεία εισόδου άνω των 500 γραμμών.

Μορφή εξόδου:
Η έξοδος της εργασίας σας για την είσοδο που αναφέρεται παραπάνω, θα πρέπει να είναι η παρακάτω.



Μέρος Ε - Αναφορά παράδοσης [10 μονάδες]. Ετοιμάστε μία σύντομη αναφορά σε pdf αρχείο (μην παραδώσετε Word ή txt αρχεία!) με όνομα project2-report.pdf, στην οποία θα αναφερθείτε στα εξής:

a. Εξηγήστε συνοπτικά ποιον αλγόριθμο ταξινόμησης υλοποιήσατε στο μέρος Α (άνω όριο 1 σελίδα).
b. Για τα Μέρη Β και Γ, σχολιάστε αρχικά πώς υλοποιήσατε την remove του Μέρους Β. Μετέπειτα, εξηγήστε αναλυτικά την ιδέα για την υλοποίηση του προγράμματος DynamicInfluenza_k_withPQ στο Μέρος Γ. Περιγράψτε τι πολυπλοκότητα αναμένεται να έχει το Μέρος Γ και αν είναι τελικά συμφέρον σε περιπτώσεις όπου το k είναι αρκετά μικρότερο του συνολικού αριθμού πόλεων (άνω όριο 3 σελίδες).
c. Ομοίως για το (προαιρετικό) μέρος Δ. Σχολιάστε την πολυπλοκότητα του προγράμματός σας. Π.χ. σε κάθε γραμμή i, με (i%5 ==0), όπου πρέπει να τυπώσουμε τον median, τι πολυπλοκότητα έχει ο υπολογισμός του median; (άνω όριο 2 σελίδες).

Το συνολικό μέγεθος της αναφοράς πρέπει να είναι τουλάχιστον 2 σελίδες και το πολύ 6 σελίδες.

Οδηγίες Παράδοσης

Η εργασία σας θα πρέπει να μην έχει συντακτικά λάθη και να μπορεί να μεταγλωττίζεται. Εργασίες που δεν μεταγλωττίζονται χάνουν το **50%** της συνολικής αξίας τους.

Η εργασία θα αποτελείται από:

1. Τον πηγαίο κώδικα (source code). Τοποθετήστε σε ένα φάκελο με όνομα **src** τα αρχεία java που έχετε φτιάξει. Χρησιμοποιείστε το παράδειγμα στο e-class ως υποβοήθηση. Τα προγράμματα θα πρέπει να εκτελούνται (υποχρεωτικά) με το script που υπάρχει στο παράδειγμα. Μην χρησιμοποιήσετε packages.
2. Χρησιμοποιήστε τα ονόματα των κλάσεων όπως δίνονται. Επιπλέον, φροντίστε να συμπεριλάβετε όποια άλλα αρχεία πηγαίου κώδικα φτιάξατε και απαιτούνται για να μεταγλωττίζεται η εργασία σας. Φροντίστε επίσης να προσθέσετε επεξηγηματικά σχόλια όπου κρίνετε απαραίτητο στον κώδικά σας.

3. Την αναφορά παράδοσης

Όλα τα παραπάνω αρχεία θα πρέπει να μπουν σε ένα αρχείο zip. Το όνομα που θα δώσετε στο φάκελο που θα συμπιέσετε θα είναι ο αριθμός μητρώου σας πχ. 3130056_3130066.zip ή 3130056.zip (αν δεν είστε σε ομάδα). Στη συνέχεια, θα υποβάλετε το zip αρχείο σας στην περιοχή του μαθήματος «Εργασίες» στο e-class. Δεν χρειάζεται υποβολή και από τους 2 φοιτητές μιας ομάδας.

Η προθεσμία παράδοσης της εργασίας είναι Σάββατο, 30 Δεκεμβρίου 2023 και ώρα 23:59.