

## ΕΡΓΑΣΙΑ 3

### ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ Ι, ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ 2023-2024

Προθεσμία: 29/1/2024, 23:59

#### Γενικές οδηγίες

Διαβάστε ΟΛΗ την εκφώνηση προσεκτικά πριν ξεκινήσετε να γράφετε κώδικα. Σχεδιάστε τις δομές (πίνακες) στο χαρτί για να καταλάβετε τι σχέση μεταξύ τους και πώς χρησιμοποιούνται σε κάθε στάδιο της άσκησης.

Αν χρειάζεστε διευκρινίσεις ή έχετε προβλήματα, στείλτε μήνυμα στο χώρο συζητήσεων στο eclass. Προσοχή: δεν επιτρέπεται η δημοσίευση κώδικα στο eclass.

Η εργασία αυτή πρέπει να γίνει ατομικά. Μπορείτε να συζητάτε τις ασκήσεις με συμφοιτητές σας αλλά δεν επιτρέπεται η ανταλλαγή κώδικα με οποιονδήποτε τρόπο.

Η εργασία καλύπτει όλη την ύλη του μαθήματος μέχρι και τη διάλεξη της 11/1/2023. Το πρόγραμμα σας πρέπει να επιδεικνύει κατανόηση όλων των σχετικών εννοιών και θα βαθμολογηθεί πάνω στα παρακάτω (χωρίς ιδιαίτερη σειρά):

- Ορθότητα υπολογισμών
- Αποτελεσματική χρήση κατάλληλων μεταβλητών, τελεστών, σταθερών, επαναλήψεων κτλ.
- Γενική μορφοποίηση προγράμματος (στοίχιση, ονόματα μεταβλητών και σταθερών, κτλ.)
- Σωστή δημιουργία και χρήση συναρτήσεων
- Σωστή χρήση συναρτήσεων από το string.h
- Συμμόρφωση με τις προδιαγραφές της εκφώνησης
- Αποτελεσματικά σχόλια

Μπορείτε και συνίσταται να κατασκευάσετε περισσότερες συναρτήσεις από αυτές που ζητούνται, αλλά όχι λιγότερες.

Μπορείτε να υποθέσετε ότι η είσοδος από το πληκτρολόγιο θα δίνεται πάντα στη σωστή μορφή. Για παράδειγμα, αν ζητείται αριθμός δε θα δοθεί συμβολοσειρά, ή αν ζητείται ακέραιος δε θα δοθεί αριθμός με υποδιαστολή.

Σε όλα τα μηνύματα προς εκτύπωση, αν δείτε κενό ανάμεσα σε δύο λέξεις του μηνύματος, τότε αυτό είναι ένας χαρακτήρας space (' '). Όταν ζητείται να εκτυπωθεί το μήνυμα "\n##\n", εκτυπώστε το ακριβώς όπως το βλέπετε.

Απαγορεύονται αυστηρά η χρήση goto και η χρήση καθολικών ή static μεταβλητών.

Υποβάλετε το hw3.c

Στο autolab έχετε 35 υποβολές χωρίς ποινή. Μετά την 35η υποβολή, υπάρχει βαθμολογική ποινή για κάθε επιπλέον υποβολή ίση με -2% του βαθμού.

**Ξεκινήστε νωρίς!** Ο προγραμματισμός είναι πάντα ΠΟΛΥ πιο χρονοβόρος από ότι περιμένετε. ΜΗΝ προσπαθήσετε να γράψετε όλο το πρόγραμμα σε ένα βήμα γιατί θα κάνετε λάθη και θα σας πάρει πολύ περισσότερο χρόνο. Κάθε φορά που ολοκληρώνετε ένα στάδιο, να επιβεβαιώνετε ότι λειτουργεί σωστά πριν προχωρήσετε στο επόμενο.

## Εισαγωγή

Σε αυτή την άσκηση θα γράψετε ένα πρόγραμμα που προσομοιώνει ένα χορευτικό διαγωνισμό. Αφού αποθηκεύσετε σε κατάλληλο πίνακα τα στοιχεία κάποιων χορευτών, θα δημιουργήσετε ζευγάρια χορευτών με κριτήριο τις προτιμήσεις τους ή, αν αυτό δεν είναι δυνατό, με κριτήριο τη χορευτική τους ικανότητα. Μετά, θα διεξάγετε το διαγωνισμό και θα βρείτε το ζευγάρι που βγαίνει πρώτο, με κριτήρια τη συνδυαστική χορευτική ικανότητα των δύο μελών και την επίδοση τους κατά τη διάρκεια του διαγωνισμού.

Σας δίνονται τρία αρχεία, τα hw3.h, hw3.c, libhw3.a.

Το hw3.h περιέχει:

- Τους ορισμούς των σταθερών MAX\_NAME\_SIZE, MAX\_DANCERS, MAX\_PREFERENCES, MAX\_PAIRS. Δεν επιτρέπεται να ορίσετε εκ νέου αυτές τις σταθερές στο hw3.c
- Τον ορισμό του struct με όνομα dancer\_t το οποίο αναπαριστά ένα χορευτή κι έχει τα πεδία:
  - name: το όνομα του χορευτή, αποθηκευμένο ως συμβολοσειρά σε πίνακα χαρακτήρων μεγέθους MAX\_NAME\_SIZE.
  - id: ακέραιος που αποτελεί μοναδικό αναγνωριστικό για κάθε χορευτή.
  - preference\_ids[MAX\_PREFERENCES]: πίνακας που περιέχει τα id άλλων χορευτών (το πολύ MAX\_PREFERENCES σε πλήθος) με τους οποίους ο συγκεκριμένος χορευτής θεωρεί ότι ταιριάζει. Εάν ταιριάζει με λιγότερους από MAX\_PREFERENCES χορευτές, οι θέσεις που υπολείπονται έχουν τιμή -1.
  - dancing\_ability: αριθμός κινητής υποδιαστολής στο διάστημα [0.5, 1) που απεικονίζει τη χορευτική ικανότητα του χορευτή.
- Τον ορισμό του struct με όνομα dancing\_pair\_t το οποίο αναπαριστά ένα ζευγάρι χορευτών κι έχει δύο πεδία τύπου δείκτη προς dancer\_t. Όταν δημιουργηθούν τα ζευγάρια, κάθε ένας από αυτούς τους δείκτες θα δείχνει στο αντίστοιχο στοιχείο του πίνακα χορευτών.
- Την επικεφαλίδα της συνάρτησης lib\_gen\_dancers η οποία παίρνει ως παραμέτρους ένα πίνακα από dancer\_t, το πλήθος χορευτών που θέλουμε να αποθηκευτούν σε αυτόν κι ένα ακέραιο που θα χρησιμοποιηθεί ως παράμετρος αρχικοποίησης γεννήτριας τυχαίων αριθμών (seed). Η συνάρτηση αρχικοποιεί τον πίνακα ώστε να περιέχει όσους χορευτές ζητήθηκαν και τους αποθηκεύει με αύξουσα σειρά ως προς τη χορευτική τους ικανότητα. Οι τιμές για τις εγγραφές των χορευτών επιλέγονται με ψευδοτυχαίο τρόπο ο οποίος περιγράφεται στα σχόλια συνάρτησης στο αρχείο hw3.h. Η συνάρτηση δεν επιστρέφει κάποια τιμή.
- Την επικεφαλίδα της συνάρτησης lib\_get\_random η οποία παίρνει ως παραμέτρους δύο double αριθμούς min\_value, max\_value και επιστρέφει ένα τυχαίο αριθμό στο εύρος [min\_value, max\_value).

Το libhw3.a περιέχει τις υλοποιήσεις των συναρτήσεων lib\_gen\_dancers, lib\_get\_random.

Προσθέστε κώδικα μόνο στο hw3.c

Για να μεταγλωττίσετε το πρόγραμμά σας βεβαιωθείτε πως τα παραπάνω αρχεία βρίσκονται στον ίδιο κατάλογο και γράψτε:

```
gcc -Wall -g hw3.c -o hw3 -lhw3 -L.
```

Το πρώτο γράμμα στο -lhw3 είναι μικρό L. Μην ξεχάσετε την τελεία μετά το L.

## Έλεγχος ορισμάτων και αρχικοποίηση

Το πρόγραμμα λαμβάνει ένα ή δύο ορίσματα από τη γραμμή εντολών. Το πρώτο όρισμα είναι το πλήθος χορευτών που συμμετέχουν στο διαγωνισμό και το δεύτερο, εφόσον υπάρχει, είναι το seed.

Στη `main` ορίστε δύο πίνακες: Ένα πίνακα από `dancer_t` μεγέθους `MAX_DANCERS` (πίνακας χορευτών) κι ένα πίνακα από `dancing_pair_t` μεγέθους `MAX_PAIRS` (πίνακας ζευγαριών). Αρχικοποιήστε τον πίνακα ζευγαριών ώστε όλα τα πεδία-δείκτες να είναι `NULL`.

Υλοποιήστε μια συνάρτηση ελέγχου της ορθότητας των ορισμάτων του προγράμματος. Η συνάρτηση επιστρέφει ακέραιο και παίρνει ως παραμέτρους (α) το πλήθος ορισμάτων (ακέραιος), (β) τα ορίσματα του προγράμματος (πίνακας από δείκτες σε χαρακτήρα) (γ) δείκτη σε ακέραιο και (δ) δείκτη σε ακέραιο. Λειτουργεί ως εξής:

- Εάν έχει δοθεί λάθος πλήθος ορισμάτων, η συνάρτηση εκτυπώνει το μήνυμα `"Error: Incorrect arguments.\n"` κι επιστρέφει 1.
- Το πλήθος χορευτών πρέπει να είναι δύναμη του 2 μεταξύ 2 και `MAX_DANCERS`. Αν δεν είναι, η συνάρτηση εκτυπώνει το μήνυμα `"Error: First argument must be power of 2 in range [2, X].\n"` όπου X η τιμή του `MAX_DANCERS`, κι επιστρέφει 2. Σημείωση: Ένας ακέραιος x είναι δύναμη του 2 αν και μόνο αν το  $x \& (x-1)$  είναι μηδέν. Σκεφτείτε γιατί και προσέξτε τις οριακές περιπτώσεις!
- Το seed, εάν υπάρχει, πρέπει να είναι μη-αρνητικός ακέραιος. Αν δεν ισχύει αυτό, εκτυπώνει το μήνυμα `"Error: Invalid seed.\n"` κι επιστρέφει 3.
- Εάν δεν έχει συμβεί κάποιο από τα παραπάνω σφάλματα, αποθηκεύει στη διεύθυνση που δείχνει η τρίτη παράμετρος το πλήθος χορευτών, αποθηκεύει στη διεύθυνση που δείχνει η τέταρτη παράμετρος την τιμή του seed (ή την τιμή μηδέν αν δεν έχει δοθεί αντίστοιχο όρισμα), κι επιστρέφει 0.

Στη `main` καλέστε την παραπάνω συνάρτηση. Αν ανιχνεύσει λάθος, το πρόγραμμα πρέπει να τερματίζει με τιμή επιστροφής ίση με αυτή της συνάρτησης.

Στη `main` καλέστε τη συνάρτηση `lib_gen_dancers` με παραμέτρους (α) τον πίνακα χορευτών, (β) το πλήθος χορευτών που δόθηκε ως όρισμα προγράμματος και (γ) το seed.

Υλοποιήστε μια συνάρτηση που παίρνει ως παραμέτρους ότι χρειάζεται και εκτυπώνει τα περιεχόμενα του πίνακα χορευτών ως εξής:

- Για κάθε χορευτή εκτυπώνει `"[ID] NAME (DA) -"`, όπου ID το id του χορευτή με πλάτος δύο ψηφίων, NAME το όνομα του χορευτή, DA η αριθμητική τιμή του πεδίου `dancing_ability` με δύο δεκαδικά ψηφία και μετά, στην ίδια γραμμή, για κάθε ένα άτομο που προτιμά αυτός ο χορευτής ως παρτενέρ, ένα κενό και το id του ατόμου με την σειρά που είναι αποθηκευμένες οι προτιμήσεις στον αντίστοιχο πίνακα. Στο τέλος της γραμμής εκτυπώνει `\n`. Προσοχή: το πλήθος χορευτών που προτιμά ένας χορευτής μπορεί να είναι μικρότερο από `MAX_PREFERENCES` (πρέπει να εκτυπώνονται μόνο τα id που δεν είναι -1).

Στη `main` εκτυπώστε το μήνυμα `"\n*** DANCERS ***\n"`, καλέστε την παραπάνω συνάρτηση και ακολούθως εκτυπώστε το μήνυμα `"\n#\n"`.

## Δημιουργία κι εκτύπωση ζευγαριών

Σε αυτή την ενότητα υπάρχουν αρκετές λειτουργίες για τις οποίες θα μπορούσατε να φτιάξετε δικές σας βοηθητικές συναρτήσεις πέρα από όσες ζητούνται.

Οι χορευτές πρέπει να οργανωθούν ανά δύο σε ζευγάρια, τα οποία στη συνέχεια θα διαγωνιστούν προκειμένου να προκύψει το ζευγάρι που κερδίζει το διαγωνισμό. Σε αυτό το στάδιο θα γράψετε τρεις συναρτήσεις που θα σας βοηθήσουν να δημιουργήσετε τα ζευγάρια.

Υλοποιήστε μια συνάρτηση η οποία βρίσκει τους χορευτές που αμοιβαία πιστεύουν ότι ταιριάζουν χορευτικά μεταξύ τους, δηλαδή εκείνους που αμοιβαία έχουν ο ένας το id του άλλου στο πεδίο preference\_id. Η συνάρτηση επιστρέφει ακέραιο και παίρνει ως παραμέτρους (α) τον πίνακα χορευτών, (β) το πλήθος χορευτών και (γ) τον πίνακα ζευγαριών. Ξεκινώντας από την αρχή του πίνακα των χορευτών, εξετάζει για κάθε έναν χορευτή (που δεν είναι ήδη σε ζευγάρι) ποιους άλλους προτιμά, με τη σειρά που αυτοί εμφανίζονται στον πίνακα προτιμήσεων. Αν κάποιος από αυτούς δεν είναι ήδη σε ζευγάρι και αμοιβαία ταιριάζει με αυτόν που εξετάζεται, τότε σχηματίζεται ένα ζευγάρι με αυτούς τους δύο χορευτές, θέτοντας τους δείκτες της επόμενης διαθέσιμης θέσης του πίνακα ζευγαριών να δείχνουν προς τους δύο χορευτές. Η συνάρτηση επιστρέφει το πλήθος των ζευγαριών που φτιάχτηκαν.

Σημειώστε πως ενδέχεται να παραμείνουν χορευτές χωρίς ταίρι. Αυτό θα διορθωθεί σε νέα συνάρτηση (δείτε παρακάτω).

Υλοποιήστε μια συνάρτηση η οποία δημιουργεί ζευγάρια από τους χορευτές που δεν έχουν ήδη ταίρι. Αυτή τη φορά, το κριτήριο είναι η χορευτική τους ικανότητα. Η συνάρτηση παίρνει ως παραμέτρους (α) τον πίνακα χορευτών, (β) το πλήθος χορευτών, (γ) τον πίνακα ζευγαριών, και (δ) το πλήθος των ζευγαριών που έχουν ήδη φτιαχτεί. Ξεκινώντας από την αρχή του πίνακα των χορευτών, εξετάζει κάθε έναν χορευτή που δεν έχει ήδη κάποιο ταίρι. Για κάθε έναν τέτοιο "μοναχικό" χορευτή, η συνάρτηση ψάχνει να βρει έναν άλλο "μοναχικό" χορευτή με την εγγύτερη χορευτική ικανότητα, και σχηματίζει ένα ζευγάρι θέτοντας αναλόγως τους δείκτες της επόμενης διαθέσιμης θέσης του πίνακα ζευγαριών. Σε περίπτωση ισοψηφίας επιλέγει τον πρώτο που βρέθηκε. Στο τέλος δεν πρέπει να έχει απομείνει κανένας χορευτής που να μην ανήκει σε ένα ζευγάρι (το συνολικό πλήθος των ζευγαριών που έχουν φτιαχτεί πρέπει να ισούται με το μισό πλήθος των χορευτών). Η συνάρτηση επιστρέφει το πλήθος των ζευγαριών που φτιάχτηκαν.

Υλοποιήστε μια συνάρτηση εκτύπωσης ζευγαριών που παίρνει ως παραμέτρους τον πίνακα ζευγαριών και το πλήθος ζευγαριών που είναι αποθηκευμένα σε αυτόν και εκτυπώνει τα ζευγάρια που περιέχει ως εξής:

- Ξεκινώντας από την αρχή του πίνακα των ζευγαριών, για κάθε ζευγάρι εκτυπώνει το μήνυμα "[ID1] NAME1 (DA1) – [ID2] NAME2 (DA2)\n", όπου IDx (το x είναι ίσο με 1 ή 2) το id του κάθε χορευτή (καταλαμβάνει χώρο ίσο με δύο ψηφία), NAMEx το όνομα του κάθε χορευτή και DAX η αριθμητική τιμή του πεδίου dancing\_ability με δύο δεκαδικά ψηφία. Για κάθε ζεύγος εκτυπώνεται πρώτα ο χορευτής που έχει το μικρότερο id.

### Στη main:

- Καλέστε τη συνάρτηση που δημιουργεί ζευγάρια με βάση τις προτιμήσεις.
- Εκτυπώστε το μήνυμα "X pairs created based on preference.\n" όπου X το πλήθος ζευγαριών που φτιάχτηκαν μέσω της συνάρτησης.
- Εκτυπώστε το μήνυμα "\n\*\*\* PAIRS \*\*\*\n", καλέστε τη συνάρτηση εκτύπωσης ζευγαριών και μετά εκτυπώστε το μήνυμα "\n#\n".
- Καλέστε τη συνάρτηση που δημιουργεί ζευγάρια με βάση τη χορευτική ικανότητα και μετά εκτυπώστε το μήνυμα "X pairs created based on ability.\n" όπου X το πλήθος ζευγαριών που φτιάχτηκαν μέσω της συνάρτησης.
- Εκτυπώστε το μήνυμα "\n\*\*\* PAIRS \*\*\*\n", καλέστε τη συνάρτηση εκτύπωσης ζευγαριών και μετά εκτυπώστε το μήνυμα "\n#\n".

## Διενέργεια του διαγωνισμού

Ο διαγωνισμός διενεργείται σε γύρους. Σε κάθε γύρο διαγωνίζονται τα ζευγάρια ανά δύο μεταξύ τους ως εξής, το 1ο με το 2ο ζευγάρι, το 3ο με το 4ο ζευγάρι κ.ο.κ. Στον επόμενο γύρο επιλέγονται να διαγωνιστούν ο νικητής από το διαγωνισμό του 1ου και του 2ου ζευγαριού με τον νικητή από τον διαγωνισμό του 3ου και του 4ου ζευγαριού κ.ο.κ. Η διαδικασία τελειώνει όταν προκύψει ένα μόνο ζευγάρι που είναι και το νικητήριο της όλης διαδικασίας.

Ο νικητής της μονομαχίας δύο ζευγαριών προκύπτει ως εξής: Για κάθε ζευγάρι, (α) υπολογίζεται η συνολική χορευτική ικανότητα ως το άθροισμα των δύο επιμέρους τιμών των χορευτών κάθε ζευγαριού και (β) το άθροισμα πολλαπλασιάζεται με ένα τυχαίο αριθμό στο διάστημα  $[0.75, 1)$ . Η τυχειότητα αντιπροσωπεύει την επίδοση του κάθε ζευγαριού τη δεδομένη χρονική στιγμή. Το ζευγάρι με το μεγαλύτερο από τα δύο γινόμενα είναι αυτό που κερδίζει. .

Υλοποιήστε μία συνάρτηση η οποία έχει τύπο επιστροφής `dancing_pair_t`, λαμβάνει ως ορίσματα δύο μεταβλητές τύπου `dancing_pair_t`, και υπολογίζει το νικητήριο ζευγάρι όπως περιγράφεται παραπάνω και το επιστρέφει.

Υλοποιήστε μία συνάρτηση η οποία λαμβάνει ως ορίσματα τον πίνακα ζευγαριών και το πλήθος ζευγαριών. Η συνάρτηση προσομοιώνει τη διαδικασία του διαγωνισμού όπως περιγράφεται στην πρώτη παράγραφο. Πιο λεπτομερώς, για κάθε γύρο μέχρι να μείνει ένα ζευγάρι, η συνάρτηση:

- Προσομοιώνει ένα γύρο του διαγωνισμού, ανανεώνοντας κατάλληλα τον πίνακα ζευγαριών (δείτε παρακάτω κάποιες τεχνικές λεπτομέρειες).
- Εκτυπώνει το μήνυμα `"\n*** AFTER ROUND X ***\n"` όπου X ο αύξων αριθμός του γύρου ξεκινώντας από το 1.
- Καλεί τη συνάρτηση εκτύπωσης ζευγαριών ώστε να εκτυπώσει τα ζευγάρια που απέμειναν μετά από αυτό το γύρο.

Στη main καλέστε τη συνάρτηση που προσομοιώνει τη διαδικασία του διαγωνισμού.

### Τεχνικές λεπτομέρειες για την προσομοίωση του διαγωνισμού

Κάθε φορά που βρίσκετε το νικητή ανάμεσα σε δύο ζευγάρια που αντιστοιχούν στις θέσεις  $i$  και  $i+1$  του πίνακα ζευγαριών, αποθηκεύστε τον στη θέση  $i/2$  του πίνακα. Για παράδειγμα, αν υπάρχουν συνολικά 8 ζευγάρια, τότε:

Στον πρώτο γύρο θα γίνουν  $8/2 = 4$  μονομαχίες:

- διαγωνίζονται το ζευγάρι 0 και το ζευγάρι 1 και ο νικητής αποθηκεύεται στη θέση 0.
- διαγωνίζονται το ζευγάρι 2 και το ζευγάρι 3 και ο νικητής αποθηκεύεται στη θέση 1 (2/2).
- διαγωνίζονται το ζευγάρι 4 και το ζευγάρι 5 και ο νικητής αποθηκεύεται στη θέση 2 (4/2).
- διαγωνίζονται το ζευγάρι 6 και το ζευγάρι 7 και ο νικητής αποθηκεύεται στη θέση 3 (7/2).

Στον δεύτερο γύρο θα γίνουν  $4/2 = 2$  μονομαχίες:

- διαγωνίζονται το ζευγάρι 0 και το ζευγάρι 1 και ο νικητής αποθηκεύεται στη θέση 0.
- διαγωνίζονται το ζευγάρι 2 και το ζευγάρι 3 και ο νικητής αποθηκεύεται στη θέση 1.

Στον τρίτο γύρο θα γίνει  $2/2 = 1$  μονομαχία:

- διαγωνίζονται το ζευγάρι 0 και το ζευγάρι 1 και ο νικητής αποθηκεύεται στη θέση 0.

Όπως βλέπετε, ο τελικός νικητής του διαγωνισμού τελικά θα βρεθεί στη θέση 0 του πίνακα. Παρατηρήστε επίσης πως το πλήθος ζευγαριών διαιρείται δια δύο σε κάθε γύρο μέχρι να μείνει ένα ζευγάρι.