

lab5: Ακρίβεια floating point αριθμών, επαναλήψεις

Πριν ξεκινήσετε...

Πατήστε πάνω στο σύνδεσμο “Download handout” και κατεβάστε το αρχείο `lab5.tar.gz` στον υπολογιστή σας. Στη συνέχεια ανοίξτε το αρχείο `lab5.tar.gz` με το ποντίκι και σύρετε (drag & drop) τον κατάλογο `lab5` μέσα στο φάκελο `ce120` που βρίσκεται στο `home directory` σας. Θα δουλέψετε μέσα στον κατάλογο `lab5` που μόλις μεταφέρατε.

Έλεγχος ασκήσεων

Όταν ολοκληρώσετε τις ασκήσεις σας, γράψτε στο τερματικό σας την εντολή `make`. Θα ελέγξει τα αποτελέσματά σας ώστε να επιβεβαιώσετε ότι είναι σωστά πριν υποβάλετε τα προγράμματα στο Autolab.

Υποβολή ασκήσεων

1. **Πριν παραδώσετε τις ασκήσεις βεβαιωθείτε ότι είναι σωστή η ομάδα σας στο Autolab!**
2. **Αντιγράψτε** το `lab5a.c`, το `lab5b.c` και το `lab5.txt` στον κατάλογο `lab5submit` που βρίσκεται μέσα στο `lab5`.
 - Δεν πρέπει να υπάρχουν άλλα αρχεία σε αυτόν τον κατάλογο.
3. Κάντε **δεξί κλικ** στον κατάλογο `lab5submit` και επιλέξτε `Compress` → `Here as tar.gz`
4. Θα έχει δημιουργηθεί ένα αρχείο με όνομα `lab5submit.tar.gz` το οποίο ένα μέλος της ομάδας (δεν έχει σημασία ποιο) **υποβάλει** στο Autolab.

Αν το Autolab σας δώσει μηδενικό σκορ σε κάποιο από τα τεστ, μπορείτε να δείτε ποιο ακριβώς ήταν αυτό στον κατάλογο `tests` που βρίσκεται μέσα στον κατάλογο `lab5` που αποσυμπιέσατε στην αρχή του εργαστηρίου. Σε κάθε τεστ αντιστοιχούν δύο αρχεία με ονόματα της μορφής `X_in_Y` και `X_out_Y`, όπου το `X` έχει την τιμή 'a' για την άσκηση 1 ή 'b' για την άσκηση 2 ενώ το `Y` είναι ο αύξων αριθμός του τεστ. Κάθε αρχείο `X_in_Y` περιέχει την είσοδο που δίνεται στο πρόγραμμα και κάθε αρχείο `X_out_Y` την αντίστοιχη έξοδο για αυτή την είσοδο. Σημειώστε ότι, πέρα από τα τεστ που σας δίνουμε έτοιμα, είναι δική σας ευθύνη να σχεδιάσετε και να εκτελέσετε όποιο άλλο τεστ κρίνετε απαραίτητο ώστε να ελέγξετε την ορθή λειτουργία των προγραμμάτων σας.

Προσοχή: Τα προγράμματά σας πρέπει να είναι πάντα σωστά στοιχισμένα, να περιέχουν κατάλληλα σχόλια, να έχουν περιγραφικά ονόματα μεταβλητών και σωστούς τύπους, και η έξοδός τους να συμμορφώνεται πλήρως με τις προδιαγραφές.

Χρήσιμες συναρτήσεις της μαθηματικής βιβλιοθήκης:

- `pow(x, y)`: επιστρέφει το αποτέλεσμα της ύψωσης του `x` στη δύναμη `y`, όπου τα `x, y` είναι τύπου `double`
- `powf(x, y)`: επιστρέφει το αποτέλεσμα της ύψωσης του `x` στη δύναμη `y`, όπου τα `x, y` είναι τύπου `float`
- `fabs(x)`: επιστρέφει την απόλυτη τιμή του `x`, όπου το `x` είναι τύπου `double`
- `fabsf(x)`: επιστρέφει την απόλυτη τιμή του `x`, όπου το `x` είναι τύπου `float`
- `log(x)`: επιστρέφει το φυσικό λογάριθμο του `x`, όπου το `x` είναι τύπου `double`
- `logf(x)`: επιστρέφει το φυσικό λογάριθμο του `x`, όπου το `x` είναι τύπου `float`

Μεταγλώττιση προγράμματος που χρησιμοποιεί μαθηματικές συναρτήσεις:

- Προσθέστε το `#include<math.h>` στην αρχή του προγράμματος
- Προσθέστε στο τέλος της εντολής μεταγλώττισης `gcc` την έκφραση `-lm` (παύλα `l` `m`)

Άσκηση 1

Αποθηκεύστε το πρόγραμμά σας σε αρχείο με όνομα **lab5a.c** στον κατάλογο **lab5** που προέκυψε από την αποσυμπίεση του **lab5.tar.gz**.

Σε αυτή την άσκηση θα γράψετε ένα πρόγραμμα το οποίο υπολογίζει το φυσικό λογάριθμο του 2 χρησιμοποιώντας τον τύπο: $\ln(2) = 1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n(4n^2-1)}$ Μας ενδιαφέρει να δούμε πόσο μεγάλο θα πρέπει να γίνει το n έως ότου το άθροισμα να προσεγγίσει μια προκαθορισμένη τιμή του $\ln(2)$ εντός κάποιου σφάλματος που προσδιορίζουμε εμείς. Ακολούθως χρησιμοποιούμε την παραπάνω τιμή του $\ln(2)$ για να υπολογίσουμε την ποσότητα $e^{\ln(2)}$ όπου e η βάση του φυσικού λογαρίθμου.

Λειτουργία προγράμματος:

1. Όλες οι μεταβλητές που αναπαριστούν αριθμούς κινητής υποδιαστολής πρέπει να δηλωθούν ως `double`.
2. Εκτυπώστε **χαρακτήρα αλλαγής γραμμής** και το μήνυμα **"Error: "** (υπάρχει ένα κενό μετά το ':') και διαβάστε από το πληκτρολόγιο το επιτρεπτό σφάλμα στον υπολογισμό του $\ln(2)$. Το σφάλμα πρέπει να είναι θετικός αριθμός μικρότερος του 1. Οσο δε δίνεται έγκυρη τιμή, το βήμα 2 επαναλαμβάνεται.
3. Εκτυπώστε το μήνυμα **"\n#\n"**
4. Υπολογίστε το φυσικό λογάριθμο του 2 χρησιμοποιώντας κατάλληλη συνάρτηση από τη μαθηματική βιβλιοθήκη.
5. Υπολογίστε το φυσικό λογάριθμο του 2 χρησιμοποιώντας τον παραπάνω τύπο έως ότου η απόλυτη τιμή της διαφοράς ανάμεσα στο άθροισμα και στην προκαθορισμένη τιμή που υπολογίσατε στο βήμα 4 γίνει μικρότερη από το σφάλμα που διαβάσατε στο βήμα 2.
6. Εκτυπώστε **χαρακτήρα αλλαγής γραμμής** και το μήνυμα **n = N, ln(2) = S, error = E** ακολουθούμενο από **χαρακτήρα αλλαγής γραμμής**, όπου **N** η τιμή στην οποία έφτασε ο μετρητής n του αθροίσματος που υπολογίσατε στο βήμα 5, **S** το άθροισμα που υπολογίσατε στο βήμα 5 με 10 δεκαδικά ψηφία και **E** η απόλυτη τιμή της διαφοράς ανάμεσα στο άθροισμα που υπολογίσατε στο βήμα 5 και στην ποσότητα που υπολογίσατε στο βήμα 4, με 10 δεκαδικά ψηφία.
7. Εκτυπώστε το μήνυμα **"\n#\n"**
8. Υπολογίστε την ποσότητα $e^{\ln(2)}$. Χρησιμοποιήστε την προκαθορισμένη σταθερά `M_E` για το e και το αποτέλεσμα του βήματος 5 ως τιμή για το $\ln(2)$
9. Εκτυπώστε **χαρακτήρα αλλαγής γραμμής** και το μήνυμα **Exp: A** ακολουθούμενο από **χαρακτήρα αλλαγής γραμμής**, όπου **A** η ποσότητα που υπολογίσατε στο βήμα 8 με 10 δεκαδικά ψηφία.

Άσκηση 2

Αντιγράψτε το αρχείο **lab5a.c** σε ένα αρχείο με όνομα **lab5b.c**

1. Αλλάξτε τους τύπους όλων των `double` μεταβλητών σε `float` και αντίστοιχα τις συναρτήσεις της μαθηματικής βιβλιοθήκης.
2. Εκτελέστε το πρόγραμμα **lab5a** και το πρόγραμμα **lab5b** με παρόμοια είσοδο. Παρατηρήστε τις διαφορές μεταξύ των αποτελεσμάτων τους.
3. Στο αρχείο **lab5.txt** που βρίσκεται μέσα στον κατάλογο **lab5**, απαντήστε στις παρακάτω 5 ερωτήσεις.
 - I. Ποια είναι η αναμενόμενη τιμή του $e^{\ln(2)}$;
 - I. Σε τι οφείλονται οι διαφορές αποτελεσμάτων ανάμεσα στις δύο ασκήσεις και ανάμεσα στο αποτέλεσμα κάθε άσκησης και στην αναμενόμενη τιμή;
 - II. Τι σημαίνει η διαφορά στην τιμή του μετρητή n ;
 - III. Ποιο από τα δύο προγράμματα δίνει μεγαλύτερη ακρίβεια υπολογισμών;
 - IV. Σε τι οφείλεται η μεγαλύτερη ακρίβεια που επιτυγχάνεται;