

Εργασία 1η - Arithmetic Calculator

Προθεσμία Υποβολής: Κυριακή 12 Μαρτίου, 23:59

Γράψτε ένα πρόγραμμα σε java το οποίο υπολογίζει οποιαδήποτε σύνθετη αριθμητική έκφραση η οποία μπορεί να περιέχει:

1. **Παρενθέσεις:** δηλώνουν την προτεραιότητα των πράξεων.
2. **Τα σύμβολα των πράξεων (δυναμικοί τελεστές):**
 - **+** (πρόσθεση), (π.χ. $3.3 + 2.2$)
 - **-** (αφαίρεση), (π.χ. $3.3 - 2.2$)
 - **x ή *** (πολλαπλασιασμός), (π.χ. 3.3×2.2 ή $3.3 * 2.2$)
 - **/** (διαίρεση), (π.χ. $3.3 / 2.2$)
 - **^** (ύψωση σε δύναμη), (π.χ. $3.3^{2.2}$)
3. **Θετικούς αριθμούς (ακέραιους ή κινητής υποδιαστολής):** Όλοι οι υπολογισμοί γίνονται μεταξύ αριθμών κινητής υποδιαστολής.
4. **Κενούς χαρακτήρες** (`[\t]`) μεταξύ παρενθέσεων, τελεστών και αριθμών.

Παράδειγμα σύνθετης αριθμητικής έκφρασης είναι το παρακάτω:

```
5 + ((3.3 + 6.6) * 9.2) + 12.546) * 2.323 +  
( ( ( 33.3 + 2342.1 ) * 55.555 ) - 10000.009 ) + 11.334 * 2.3 ^3.5
```

Η κατάταξη των τελεστών από την υψηλότερη προς τη χαμηλότερη προτεραιότητα δίνεται παρακάτω.
Εκφράσεις που περιέχονται μέσα σε παρενθέσεις έχουν προτεραιότητα έναντι οποιουδήποτε τελεστή.

^ (υψηλή) **/*x** (μέση) **+ -** (χαμηλή)

Σημείωση: Ανάμεσα σε δύο ή περισσότερες πράξεις ίδιας προτεραιότητας εκτελείται πρώτα η αριστερότερη πράξη, μετά η αμέσως δεξιότερη κ.ο.κ. Για παράδειγμα, το αποτέλεσμα της αριθμητικής έκφρασης: $4 / 2 * 3 = (4 / 2) * 3 = 6$ και όχι $4 / (2 * 3) = 4 / 6 = 0.66667$.

Πρόταση Επίλυσης

Προκειμένου να επιλύσετε το πρόβλημα καλείστε να δημιουργήσετε το ισοδύναμο δυαδικό δένδρο υπολογισμού της αριθμητικής έκφρασης (ενδεικτικό παράδειγμα δίνεται παρακάτω). Οι κανόνες που διέπουν το δένδρο είναι οι εξής:

- Τα φύλλα του δέντρου αποτελούνται από αριθμητικές τιμές.
- Οι εσωτερικοί κόμβοι του δέντρου αποτελούνται από αριθμητικούς τελεστές.
- Στη ρίζα του δέντρου βρίσκεται ο τελεστής του οποίου η πράξη θα εκτελεστεί τελευταία.

Για το χτίσιμο του δέντρου λειτουργούμε αναδρομικά. Σε κάθε αναδρομικό βήμα θέλουμε να εντοπίσουμε τον τελεστή που αντιστοιχεί στην αριθμητική πράξη που θα υπολογιστεί τελευταία. Πρόκειται για τον τελεστή με τη χαμηλότερη προτεραιότητα, ο οποίος βρίσκεται δεξιότερα στην αριθμητική έκφραση και δεν περιέχεται μέσα σε παρενθέσεις.

Όταν τον εντοπίσουμε, χωρίζουμε την αρχική αριθμητική έκφραση σε τρεις επιμέρους αριθμητικές εκφράσεις: α) αυτή που βρίσκεται στα αριστερά, β) τον τελεστή και γ) αυτή που βρίσκεται στα δεξιά

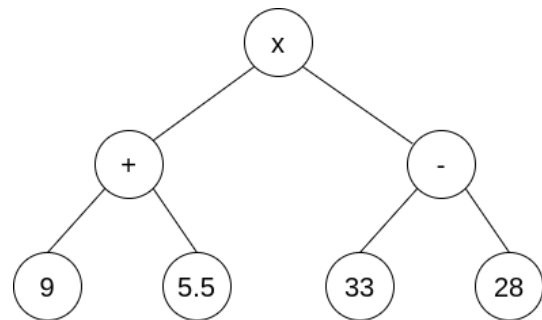
Σημείωση: Ομοιότητα μεταξύ εργασιών συνεπάγεται τον αυτόματο μηδενισμό στο μάθημα όλων των εμπλεκόμενων φοιτητών.

του τελεστή. Θεωρούμε την προς εξέταση αριθμητική παράσταση ως ένα υποδέντρο με κόμβο ρίζα τον εν λόγω τελεστή που έχει δύο παιδιά. Το αριστερό παιδί περιέχει την αριθμητική παράσταση από την αρχή έως τον τελεστή και ο δεξιός κόμβος την αριθμητική παράσταση από τον τελεστή και μετά. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται αναδρομικά, μέχρι να καταλήξουμε σε φύλλα που περιέχουν μόνο αριθμητικές τιμές.

Στο πρόγραμμα που θα γράψετε, καλείστε να δημιουργήσετε την κλάση `ce326.hw1.ArithmeticCalculator` η οποία έχει κατ' ελάχιστο τα παρακάτω χαρακτηριστικά (μπορείτε να προσθέσετε επιπλέον κατασκευαστές και μεθόδους εφόσον το επιθυμείτε):

1. **Κατασκευαστής:** Ο κατασκευαστής της κλάσης λαμβάνει ως μοναδική παράμετρο μία συμβολοσειρά που αντιστοιχεί στην έκφραση που διαβάστηκε και δημιουργεί το ισοδύναμο δυαδικό δέντρο. Μπορείτε να υποθέσετε ότι ο κατασκευαστής λαμβάνει μία συμβολοσειρά που έχει επιτύχει σε όλους του ελέγχους ορθότητας (βλέπε παρακάτω).
2. **`public String toDotString()`:** Η μέθοδος δεν έχει ορίσματα. Επιστρέφει ένα αλφαριθμητικό που αντιστοιχεί στο κατασκευασμένο δένδρο. Το αλφαριθμητικό αυτό στη συνέχεια, μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το πρόγραμμα [dot της σουίτας graphviz](#) προκειμένου να εκτυπώσει το διάγραμμα του δένδρου σε μορφή PNG, SVG ή άλλη. [Για να δοκιμάσετε τη συγκεκριμένη λειτουργία θα πρέπει να εγκαταστήσετε τη σουίτα graphviz στον υπολογιστή σας.](#)
3. **`public String toString()`:** Η μέθοδος δεν έχει ορίσματα. Επιστρέφει ένα αλφαριθμητικό που περιέχει σε ισοδύναμη επιθεματική μορφή (postfix expression) την αρχική αριθμητική έκφραση. Η επιθεματική μορφή μιας έκφρασης προκύπτει, εκτυπώνοντας την post-order διαπέραση του δένδρου που κατασκευάσατε στο βήμα 1.

Για παράδειγμα, η αριθμητική έκφραση $(9+5.5) * (33-28)$ δίνεται από το διπλανό δυαδικό δέντρο έχει την επιθεματική έκφραση **9 5.5 + 33 28 - ***. Κατά την εκτύπωση της επιθεματικής έκφρασης μετά από κάθε κόμβο εκτυπώνεται ένας κενός χαρακτήρας. Η επιθεματική έκφραση δεν περιέχει παρενθέσεις.



4. **`double calculate()`:** Δεν έχει ορίσματα. Υπολογίζει την αριθμητική τιμή της έκφρασης που αντιστοιχεί στο δέντρο. Επιστρέφει την ισοδύναμη αριθμητική τιμή (αποτέλεσμα) της αρχικά δοθείσης αριθμητικής έκφρασης. Η αριθμητική τιμή υπολογίζεται αναδρομικά από τα φύλλα προς τη ρίζα.

Σημείωση: Μέσα στο πακέτο `hw1`, μπορείτε να προσθέσετε και άλλες βοηθητικές κλάσεις της επιλογής σας. Δεν υπάρχει περιορισμός αναφορικά με τον αριθμό των κλάσεων αυτών.

Έλεγχοι ορθότητας

Το πρόγραμμα ελέγχει ότι πρόκειται για σωστά δομημένη αριθμητική έκφραση. Συγκεκριμένα θα πρέπει να ελέγχει ότι στην έκφραση

- Κλείνουν όλες οι παρενθέσεις που έχουν ανοίξει προηγουμένως. Διαφορετικά εκτυπώνει χαρακτήρα αλλαγής γραμμής και το μήνυμα "[ERROR] Not closing opened parenthesis" ακολουθούμενο από αλλαγή γραμμής και τερματίζει το πρόγραμμα.
- Δεν υπάρχουν σύμβολα κλεισίματος παρένθεσης ')' χωρίς να προηγείται σύμβολο ανοίγματος της παρένθεσης. Διαφορετικά εκτυπώνει χαρακτήρα αλλαγής γραμμής και το μήνυμα "[ERROR] Closing unopened parenthesis" ακολουθούμενο από χαρακτήρα αλλαγής γραμμής και τερματίζει το πρόγραμμα.
- Δεν περιέχονται άλλοι χαρακτήρες εκτός από αριθμοί (σταθερές και κινητής υποδιαστολής) χαρακτήρες (*whitespace*), παρενθέσεις και οι τελεστές (+, -, /, *, \times , ^). Η υποδιαστολή σημειώνεται με την τελεία '. Διαφορετικά εκτυπώνει χαρακτήρα αλλαγής γραμμής και το μήνυμα "[ERROR] Invalid character" ακολουθούμενο από χαρακτήρα αλλαγής γραμμής και τερματίζει το πρόγραμμα.
- Μετά από ένα τελεστέο (αριθμό) δεν ακολουθεί άλλος τελεστέος (αριθμός). Διαφορετικά εκτυπώνει χαρακτήρα αλλαγής γραμμής και το μήνυμα "[ERROR] Consecutive operands" ακολουθούμενο από χαρακτήρα αλλαγής γραμμής και τερματίζει το πρόγραμμα.
- Στην αρχή και στο τέλος της αριθμητικής έκφρασης δεν πρέπει να υπάρχει τελεστής. Δεν είναι αποδεκτές εκφράσεις της μορφής +5+8 ή 5+8+. Αν υπάρχει τελεστής στην αρχή ή στο τέλος εκτυπώνει χαρακτήρα αλλαγής γραμμής και το μήνυμα "[ERROR] Starting or ending with operator" ακολουθούμενο από χαρακτήρα αλλαγής γραμμής και τερματίζει το πρόγραμμα.
- Πριν ή μετά από ένα τελεστή δεν μπορεί να υπάρχει άλλος τελεστής. Για παράδειγμα, δεν είναι αποδεκτές οι αριθμητικές εκφράσεις 4++5 ή 1.8+^9. Εάν εντοπιστούν δύο τελεστές στη σειρά εκτυπώνει χαρακτήρα αλλαγής γραμμής και το μήνυμα "[ERROR] Two consecutive operators" ακολουθούμενο από χαρακτήρα αλλαγής γραμμής και τερματίζει το πρόγραμμα.
- Πριν από ένα τελεστή δεν μπορεί να υπάρχει το σύμβολο ανοίγματος παρένθεσης. Μετά από ένα τελεστή δεν μπορεί να υπάρχει το σύμβολο κλεισίματος παρένθεσης. Για παράδειγμα, δεν είναι αποδεκτές οι αριθμητικές εκφράσεις (\times 5 ή 22.3/). Στην πρώτη περίπτωση εκτυπώνεται το μήνυμα "[ERROR] Operator and appears after opening parenthesis" ενώ στη δεύτερη το μήνυμα "[ERROR] Operator and appears before closing parenthesis". Και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις, πριν και μετά τα μηνύματα εκτυπώνεται χαρακτήρας αλλαγής γραμμής.
- Πριν από το άνοιγμα παρένθεσης δεν μπορεί να υπάρχει κλείσιμο παρένθεσης, αλλά μόνο τελεστής ή άνοιγμα παρένθεσης. Εάν εντοπιστεί πριν το άνοιγμα παρένθεσης κλείσιμο παρένθεσης τότε εκτυπώνεται χαρακτήρας αλλαγής γραμμής και το μήνυμα "[ERROR] ')' appears before opening parenthesis" ακολουθούμενο από χαρακτήρα αλλαγής γραμμής και τερματίζει το πρόγραμμα.
- Πριν από το άνοιγμα παρένθεσης δεν μπορεί να υπάρχει τελεστέος (αριθμός), αλλά μόνο τελεστής ή άνοιγμα παρένθεσης. Εάν εντοπιστεί πριν το άνοιγμα παρένθεσης αριθμός τότε εκτυπώνεται χαρακτήρας αλλαγής γραμμής και το μήνυμα "[ERROR] Operand before opening parenthesis" ακολουθούμενο από χαρακτήρα αλλαγής γραμμής και τερματίζει το πρόγραμμα.
- Μετά από το κλείσιμο παρένθεσης δεν μπορεί να υπάρχει τελεστέος (αριθμός), αλλά μόνο τελεστής ή κλείσιμο παρένθεσης. Εάν εντοπιστεί μετά το κλείσιμο παρένθεσης αριθμός τότε εκτυπώνεται χαρακτήρας αλλαγής γραμμής και το μήνυμα "[ERROR] Operand after

Σημείωση: Ομοιότητα μεταξύ εργασιών συνεπάγεται τον αυτόματο μηδενισμό στο μάθημα όλων των εμπλεκόμενων φοιτητών.

`closing parenthesis`” ακολουθούμενο από χαρακτήρα αλλαγής γραμμής και τερματίζει το πρόγραμμα.

Σε περίπτωση που για τους παραπάνω ελέγχους επιλέξετε να χρησιμοποιήσετε regular expressions, μπορείτε να βρείτε περισσότερες πληροφορίες στη [σελίδα σχετικά με Regular Expressions στο wiki του μαθήματος](#) (τελευταία εγγραφή στο [TOC](#) της java, ακριβώς πριν το Swing)

Λειτουργία του κυρίως προγράμματος

Το πρόγραμμα σας πρέπει να κάνει με τη σειρά τα εξής:

1. Εκτυπώνει το μήνυμα "**Expression:** " και διαβάζει μία αριθμητική έκφραση από το πληκτρολόγιο. Η έκφραση μπορεί να περιέχει κενούς χαρακτήρες και τερματίζεται από χαρακτήρα αλλαγής γραμμής.
2. Το πρόγραμμα ελέγχει την εγκυρότητα της αριθμητικής έκφρασης. Θα πρέπει να γίνονται οι έλεγχοι που περιγράφονται στην ενότητα "**Έλεγχοι Ορθότητας**" και σε περίπτωση αποτυχίας να εκτυπώνονται τα αντίστοιχα μηνύματα και να τερματίζει το πρόγραμμα. Η επιστρεφόμενη τιμή κατά τον τερματισμό του προγράμματος δε μας ενδιαφέρει.
3. Εφόσον η αριθμητική έκφραση είναι έγκυρη κατασκευάζει το ισοδύναμο δυαδικό δέντρο.
4. Διαβάζει μία συμβολοσειρά που δεν περιέχει κενά και αποτελείται από μία από τις παρακάτω επιλογές. Με βάση την είσοδο που διάβασε εκτυπώνει ένα χαρακτήρα αλλαγής γραμμής και προβαίνει στην αντίστοιχη εκτύπωση:
 - **-s:** εκτυπώνει στο `stdout` "**Postfix:** " και την ισοδύναμη έκφραση σε επιθεματική μορφή, ακολουθούμενη από χαρακτήρα αλλαγής γραμμής. Υπενθυμίζεται ότι κατά την εκτύπωση της επιθεματικής έκφρασης, μετά από κάθε κόμβο εκτυπώνεται ένας κενός χαρακτήρας και ότι η επιθεματική έκφραση δεν περιέχει παρενθέσεις.
 - **-c:** εκτυπώνει στο `stdout` "**Result:** " και το αποτέλεσμα της αριθμητικής έκφρασης με ακρίβεια 6 δεκαδικών ψηφίων, ακολουθούμενο από χαρακτήρα αλλαγής γραμμής.
 - **-d:** εκτυπώνει στο `stdout` την ισοδύναμη έκφραση σε μορφή κατάλληλη για είσοδο στο πρόγραμμα `dot` της σουίτας `graphviz`, ακολουθούμενη από χαρακτήρα αλλαγής γραμμής.

Πριν και μετά από την εκτύπωση ακολουθεί χαρακτήρας αλλαγής γραμμής.

Οδηγίες Αποστολής

Η αποστολή της εργασίας θα γίνει μέσω της πλατφόρμας autolab (δεν απαιτείται συνδεση VPN).

Σύνδεση στο autolab την πρώτη φορά

Για να συνδεθείτε στο autolab την πρώτη φορά κάνετε τα εξής:

- Μπαίνετε στην ιστοσελίδα του [autolab](#) και επιλέγετε το σύνδεσμο "Forgot your password?".
- Συμπληρώνετε τη διεύθυνση του e-mail σας στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας με κατάληξη `@uth.gr` (π.χ. [gthanos@uth.gr](#)) και πατάτε το κουμπί "SEND ME RESET PASSWORD INSTRUCTIONS".
- Θα σας σταλεί ένα μήνυμα στο e-mail σας με τίτλο "Reset password instructions" που θα περιέχει ένα σύνδεσμο.
- Πατήστε το σύνδεσμο και στην ιστοσελίδα που θα ανοίξει συμπληρώστε το password της επιλογής σας. Αφού το θέσετε με επιτυχία είστε έτοιμοι/ες να ξεκινήσετε.

Σημείωση: Ομοιότητα μεταξύ εργασιών συνεπάγεται τον αυτόματο μηδενισμό στο μάθημα όλων των εμπλεκόμενων φοιτητών.

Υποβολή της εργασίας

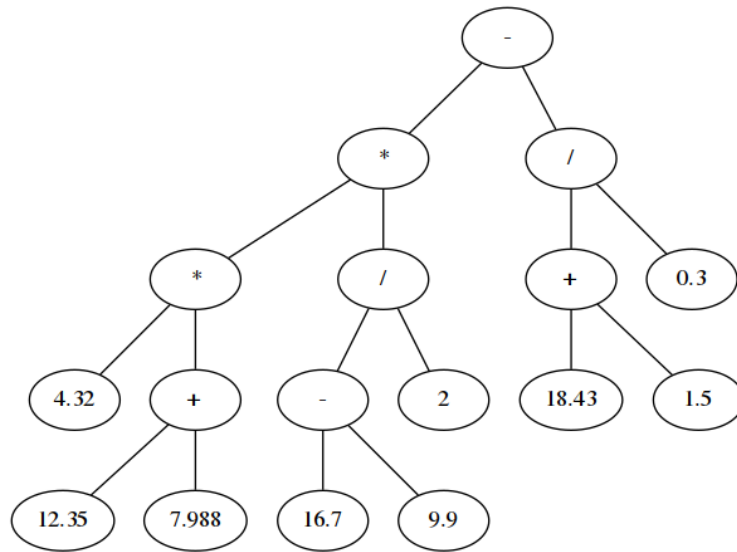
Δεν υπάρχει όριο στον αριθμό των υποβολών που μπορείτε να κάνετε. Για την υποβολή ακολουθήστε τα εξής βήματα

- Συμπίεστε το περιεχόμενο του καταλόγου `hw1` μέσα στον οποίο βρίσκονται όλα τα αρχεία java της συγκεκριμένης εργασίας, σε μορφή zip. Το αρχείο που προκύπτει πρέπει να έχει όνομα `hw1.zip`.
- Συνδέεστε στο [autolab](#) και επιλέγετε το μάθημα ECE326_2023 (S23) και από αυτό την εργασία HW1.
- Για να υποβάλετε την εργασία σας κάνετε click στην επιλογή “I affirm that I have compiled with this course academic integrity policy...” και πατάτε submit. Στη συνέχεια επιλέγετε το αρχείο `hw1.zip` που δημιουργήσατε παραπάνω.

Σημείωση: Ομοιότητα μεταξύ εργασιών συνεπάγεται τον αυτόματο μηδενισμό στο μάθημα όλων των εμπλεκόμενων φοιτητών.

Παράδειγμα ισοδύναμου δυαδικού δέντρου

Το δυαδικό δέντρο για την έκφραση $4.32 * (12.35 + 7.988) * ((16.7 - 9.9) / 2) - (18.43 + 1.5) / 0.3$ είναι το παρακάτω:



Διάβασμα γραμμής από το πληκτρολόγιο

Ο παρακάτω κώδικας χρησιμοποιεί την κλάση [java.util.Scanner](#) για να διαβάσει μία γραμμή από το πληκτρολόγιο.

```
import java.util.Scanner;

public class ReadLine {

    public static void main(String []args) {
        java.util.Scanner sc = new java.util.Scanner(System.in);
        System.out.print("Enter expression: ");
        String line = sc.nextLine();
        System.out.println("Expresssion is: "+line);
    }
}
```

Το αρχείο dot της σουίτας grraphviz

Παράδειγμα αρχείου **dot** για την αριθμητική έκφραση $4.32 * (12.35 + 7.988) * ((16.7 - 9.9) / 2) - (18.43 + 1.5) / 0.3$, που παρουσιάστηκε στην ενότητα [παράδειγμα ισοδύναμου δυαδικού δέντρου](#), είναι το εξής:

```
graph ArithmeticExpressionTree {
    142257191 [label="-"]
    142257191 -- 1915318863
    1915318863 [label="*"]
    1915318863 -- 2074407503
    2074407503 [label="*"]
    2074407503 -- 999966131
    999966131 [label="4.32"]
    2074407503 -- 1989780873
```

Σημείωση: Ομοιότητα μεταξύ εργασιών συνεπάγεται τον αυτόματο μηδενισμό στο μάθημα όλων των εμπλεκόμενων φοιτητών.

```
1989780873 [label="+"]
1989780873 -- 1480010240
1480010240 [label="12.35"]
1989780873 -- 81628611
81628611 [label="7.988"]
1915318863 -- 1828972342
1828972342 [label="/"]
1828972342 -- 1452126962
1452126962 [label="-"]
1452126962 -- 931919113
931919113 [label="16.7"]
1452126962 -- 1607521710
1607521710 [label="9.9"]
1828972342 -- 764977973
764977973 [label="2"]
142257191 -- 381259350
381259350 [label="/"]
381259350 -- 2129789493
2129789493 [label="+"]
2129789493 -- 668386784
668386784 [label="18.43"]
2129789493 -- 1329552164
1329552164 [label="1.5"]
381259350 -- 363771819
363771819 [label="0.3"]
```

```
}
```

Σημείωση: Οι μοναδικοί αριθμοί που εμφανίζονται για κάθε ξεχωριστό κόμβο εκτυπώθηκαν με χρήση της μεθόδου [hashCode](#) της κλάσης [java.lang.Object](#). Μπορείτε να ακολουθήσετε την ίδια προσέγγιση στις δικές σας εκτυπώσεις.